Prémio Nobel da Química 2014
A microscopia de super - resolução

O que é feito da nanotecnologia?
Quais as aplicações da nanotecnologia?

Sebastião e Silva (1914 - 1972)
O homem, o cientista, o professor

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

Volume 2 | Ano 2014

Número 4 | Outubro a Dezembro

Casa das Ciências casadasciencias.org

Correio e Agenda
Envie-nos as suas sugestões e conheça as nossas ... 3

Notícias
Esteja a par das últimas novidades da Ciência ... 4

Editorial
Mais um passo... por Manuel Luís SIlva Pinto ... 5

Opinião
Prémio Nobel da Química 2014 por Paulo Ribeiro Claro ... 7
O que é feito da nanotecnologia? por Eulália Pereira ... 11

José Sebastião e Silva
O homem, o cieentista, o professor ... 14

História da Ciência
Blaise Pascal ... 18
Evangelista Torricelli ... 18
Galileo Galilei ... 19
James Prescott Joule ... 20
Michael Faraday ... 21

Ciência Elementar

Biologia
Ciclos de Vida ... 24
Haplodiplonte - ciclo de vida ... 25
Haplonte - ciclo de vida ... 26

Física
Impulsão e Lei de Arquimedes ... 28
Equação de Continuidade de um fluido em escoamento ... 29
Caudal ... 29

Matemática
Números complexos ... 30
Afixo de um número complexo ... 30
Argumento de um número complexo ... 30
Argumento positivo mínimo de um número complexo ... 31
Argumento principal de um número complexo ... 31

Química
Fissão nuclear ... 32
Fusão nuclear ... 33
Radiação gama ... 34
Partícula alfa ... 35
Partícula beta ... 36
Contador de Geiger-Müller ... 37

Recursos educativos
Conheça os mais recentes RED na Casa das Ciências ... 39

Fotos nas apresentações
Sugestões de imagens para usar nas suas apresentações ... 43

Projeto TEA
Tablets no Ensino e na Aprendizagem ... 49

II Enc. Intern. Casa das Ciências
Resumo do Encontro ... 53

Revista de Ciência Elementar

ISSN 2183-1270

Corpo editorial

Editor-chefe José Alberto Nunes Ferreira Gomes (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) **Coordenação Editorial** Maria João Ribeiro Nunes Ramos (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • Pedro Manuel A. Alexandrino Fernandes (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • Alexandre Lopes de Magalhães (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) **Comissão Editorial** José Francisco da Silva Costa Rodrigues (Dep. Matemática - FCUL) • João Manuel Borregana Lopes dos Santos (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Jorge Manuel Pataca Leal Canhoto (Dep. Ciências da Vida - FCTUC) • Luís Vitor da Fonseca Pinto Duarte (Dep. Ciências da Terra - FCTUC) • Paulo Emanuel Talhadas Ferreira da Fonseca (Dep. Geologia - FCUL) • Paulo Jorge Almeida Ribeiro-Claro (Dep. Química - UA)

Produção

Diretor de Produção Manuel Luis da Silva Pinto **Conceção e Design** Nuno Miguel da Silva Moura Machado **Suporte Informático** Guilherme de Pinho N. Rietsch Monteiro **Secretariado** Alexandra Maria Silvestre Coelho **Apoio Técnico** Diana Raquel de Carvalho e Barbosa

Contributos para os artigos de *História da Ciência* e *Ciência Elementar*

Como autor(a) Adelaide Carreira (Dep. Matemática - FCUL) • Catarina Moreira (Doutoramento em Biologia - FCUL) • Daniel Ribeiro (Mestrado em Ensino de Física e Química - FCUP) • Filipe Ramos (Dep. MAtemática - FCUL) • Luis Spencer Lima (Doutoramento em Química - FCUP) • Miguel Ferreira (Licenciatura em Física - FCUP) **Como editor(a)** Eduardo Lage (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Joaquim Agostinho Moreira (Dep. Física e Astronomia - FCUP) • Jorge Gonçalves (Dep. Química e Bioquímica - FCUP) • José Feijó (Dep. Genética Molecular e Biologia Celular - Univ. Maryland, EUA) • José Francisco Rodrigues (Dep. Matemática - FCUL)

Imagem de capa Urzais higrófilos de Rubim Silva

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN

Correio do leitor

Esta revista surgiu a pensar em si e é para nós muito importante conhecer a sua opinião. Envie-nos os seus comentários e sugestões para o endereço rce@casadasciencias.org.

Antes de mais, quero felicitar toda a equipa da revista pelo excelente trabalho desenvolvido. Sou leitora assídua e considero que há realmente conteúdos muito relevantes e de grande interesse para a comunidade. Quero apenas sugerir uma pequena alteração à formatação. O ideal seria que os textos dos artigos de opinião fossem formatados em coluna para tornar mais agradável a leitura dos mesmos.Mais uma vez parabéns pelo trabalho desenvolvido.

Maria Barros

Agrada-nos muito saber que é leitora assídua da nossa revista. Sugestões como a que faz no final do seu texto são realmente importantes para nós. De facto, não é a primeira vez que nos sugerem a alteração da formatação dos artigos de opinião, de tal modo que, como verá mais adiante, decidimos seguir esta sugestão e alterar a formatação de modo a facilitar a leitura dos textos. Obrigado pelo seu contributo.

A equipa de produção

Esta revista é muito interessante, mas seria bom se fosse publicada com maior frequência e em papel.

José da Silva

Agradecemos o seu contacto. De momento não há planos para aumentar a frequência de publicação nem para a edição em papel.

A equipa de produção

Sou uma frequentadora assídua da Casa das Ciências e acompanho, desde o 1º número, esta revista, que aliás acho bastante interessante. Consegue, de forma simples, cativar-nos ao longo de toda a sua leitura, conseguindo abarcar todos (ou quase todos) os ramos da Ciência. Queria apenas fazer uma sugestão: porque não aumentar a componente da Geologia, tanto na Casa das Ciências como na Revista de Ciência Elementar? Denoto alguma falta quando comparada com as outras áreas do saber. Apesar de não ter sido colocada este ano, continuo a achar este projecto uma mais valia para todo o panorama educacional nacional. Continuem!

Sofia Ascensão

Ainda bem que é apreciadora da Revista e do portal da Casa das Ciências. Quanto à falta de recursos de Geologia, fica desde já o convite, a si e a todos os interessados em expandir a oferta da Casa das Ciências, de submeter os seus recursos (powerpoint, vídeos, animações, imagens, artigos enciclopédicos, etc.) ao portal da Casa das Ciências e partilhá-los com a comunidade educativa, ajudando-nos a colmatar as falhas que ainda existem em algumas áreas. Agradecemos o seu contributo.

A equipa de produção

Agenda

Festa dos Livros

Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa

Em dezembro, todos os dias, das 10h às 20h

Livros e publicações da Fundação, bem como as novidades editoriais deste ano a preços especiais, numa Festa que apresenta também muitas propostas de presentes para este Natal.

Ciência em cena

de 15 de dezembro a 12 de janeiro

Concurso de ideias criativas ligadas à Ciência e à Saúde. Para concorrer basta criar uma boa história sobre a Diabetes e filmá-la. Informações em www.cienciaemcena.pt.

To clone or not to clone

Dep. de Ciências da Vida, U. Coimbra

12 de dezembro de 2014

Workshop sobre multiplicação de plantas que pretende dar a conhecer os diferentes tipos de procedimentos utilizados na reprodução de plantas bem como as potencialidades e limitações de cada um desses métodos. Informações em www.uc.pt/eventos/workshoppropagplantas/.

Dia Aberto no CIIMAR

CIIMAR, Rua dos Bragas, Porto

29 de Novembro de 2014, a partir das 10h

O CIIMAR vai celebrar, no âmbito da Semana da Ciência e Tecnologia, um dia aberto e gratuito com atividades para crianças, jovens e famílias.

Nasceu o IA

O Centro de Astrofísica da Universidade do Porto e o Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade do Porto fundiram-se para dar origem ao Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA).

10 anos de 'Viver a Ciência'

A Associação Viver a Ciência (VAC) celebra a partir de Novembro o seu décimo aniversário. A efeméride será assinalada com um conjunto de actividades que podem ser consultadas em viveraciencia.org.

Portugal no *Proba*-3

Duas empresas protuguesas estão a contribuir com tecnologia para o satélite *Proba*-3 da ESA. A missão deste satélite passa por analisar e medir com grande rigor a coroa do Sol.

Genoma do *Homo sapiens*

Foi sequenciado o ADN retirado do mais antigo fóssil humano, com cerca de 45.000 anos. A sequenciação foi efetuada no Instituto Max Planck, responsável pela sequenciação de ADN de fósseis de Neandertal.

Pseudociência

David Marçal, comunicador de ciência, apresenta um novo livro intitulado *Pseudociência*, onde o autor aponta a falta de consistência de algumas áreas que, não sendo da Ciência, se apresentam como tal.

cienTIstas e arTIstas

A Texas Instrumentes, em parceria com a Casa das Ciências, está a realizar um concurso com a designação "**cienTIstas e arTIstas**", que é uma interessante oportunidade para alunos do 9º ano e Ensino Secundário.

O grande objetivo deste concurso é proporcionar a alunos e professores um estímulo para que sejam explorados conceitos de Matemática e Ciências, numa perspetiva inovadora de ensino/aprendizagem operacional, definindo um projeto que tenha como resultado a observação do que se encontrou, capturando em vídeo as suas descobertas. O desafio é, portanto, criar um vídeo interessante e divertido sobre Matemática e Ciências na nossa vida, que ligue a Matemática e/ou Ciências ao dia-a-dia, com exploração dos conceitos científicos usando como recurso a tecnologia Texas Instruments.

As regras são muito simples, cada equipa tem um máximo de 4 alunos e até 2 professores orientadores, e cada vídeo não poderá ultrapassar os 10 minutos.

As inscrições estiveram abertas até 31 de Outubro de 2014, tendo agora as equipas inscritas até 31 do Dezembro de 2014 para apresentarem os seus trabalhos. Os Vencedores serão anunciados no final do mês de Março de 2015, sendo que os melhores vídeos colocados no canal YouTube da Texas Instruments Portugal. Os docentes poderão submeter ao portal da Casa das Ciências os vídeos de que foram orientadores.

Quanto a prémios, os alunos habilitam-se a ganhar um dos 10 Prémios que a Texas tem para oferecer.

Philae na superfície do cometa

A sonda *Philae*, que partiu da Terra há anos anos a bordo da sonda *Rosetta*, aterrou finalmente no cometa *67P/Churiumov-Gerasimenko* e já começou a enviar imagens para a Terra

Foi na passada quarta-feira, dia 12 de novembro, às 16h03m que a sonda *Philae* aterrou finalmente na superfície do cometa, após uma longa viagem de 10 anos.

Os dados enviados pela *Philae* e pela Rosetta ajudarão a perceber melhor a constituição do cometa e dos fenómenos que nele ocorrem e poderão fornecer pistas sobre a formação do Sistema Solar.

A *Philae* e a *Rosetta* foram enviadas para o espaço pela ESA, e é a primeira vez que um dispositivo construido pelo Homem aterra na superfície de um cometa.

Mais um passo...

Manuel Luís Silva Pinto

Este número da Revista surge depois do que dedicamos integralmente ao II Encontro Internacional da Casa das Ciências, que foi sobretudo um conjunto de textos de opinião sobre o tema do Encontro, fugindo um pouco ao desenho normal da revista.

Regressamos assim ao formato habitual, ou seja, à publicação de artigos científicos correspondentes a conteúdos associados à leccionação nos programas em vigor e já aprovados por editores científicos seniores da especialidade, e artigos científicos de opinião cuja temática seja de pertinente actualidade. Neste número vamos ter dois artigos de opinião de dois reputados químicos, um, da Universidade do Porto, a Professora Eulália Pereira, que aborda a nanotecnologia como tema de interesse comum, e o outro da Universidade de Aveiro, o Professor Paulo Ribeiro Claro que, de certa forma, também se associa a esta temática ao abordar o Prémio Nobel da Química deste ano, que distingue a Microscopia STED, associada a observações da ordem de grandeza do nanómetro.

Regressamos assim ao formato habitual, ou seja, à publicação de artigos científicos correspondentes a conteúdos associados à leccionação nos programas em vigor e já aprovados por editores científicos seniores da especialidade, e artigos científicos de opinião cuja temática seja de pertinente actualidade.

De certo modo, não deixa de ser curioso que tivéssemos agendado também para publicação neste número, na área da Química, de conceitos como fissão e fusão nuclear, bem como partículas alfa e beta e radiação gama.

Neste número publicamos mais algumas curtas bibliografias de cientistas, numa lógica de que quem quer conhecer a ciência também deve saber como ela surgiu e quem a construiu. Pascal, Torricelli, Galileu, Joule e Faraday, são os nomes que abordamos neste número, continuando uma abordagem que iniciamos no nº 2 deste Segundo Volume (2014) e que pretendemos continuar nos próximos números.

Na sequência desta ideia, de que é preciso também conhecer bem quem faz a Ciência, publicamos um artigo sobre o Professor José Sebastião e Silva cujo centenário de nascimento se comemora este mês. É um artigo da responsabilidade da Comissão da Universidade de Lisboa para o centenário de José Sebastião e Silva (José Francisco Rodrigues, CMAF / FCUL; Isabel Faria, ISA; Suzana Nápoles, FCUL; Henrique Guimarães, IE; João Teixeira Pinto, IST; e Anabela Teixeira, Museus/MUHNAC).

Importa também saber que, numa colaboração entre a Casa das Ciências e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, estamos a publicar em pequenas "peças" a obra do matemático português, para que cada utilizador possa usar apenas a parte que lhe interesse de forma específica, sem ter necessidade de fazer o descarregamento total de cada um dos volumes da sua obra. Temos já publicadas vinte dessas peças e "em carteira" para serem publicadas a breve trecho mais cerca de trinta, o que deverá acontecer ainda este mês.

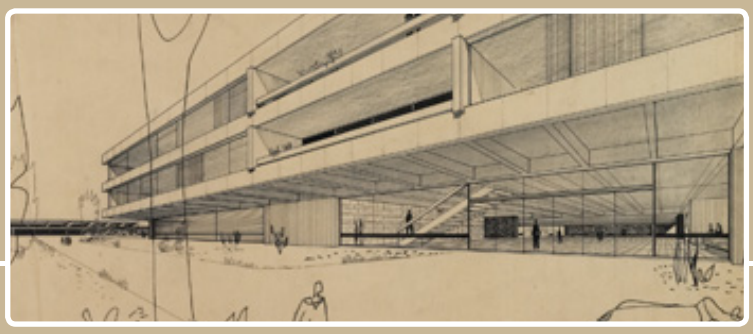
Para além das habituais rúbricas de imagem e de sugestões, tem este número ainda uma reportagem sobre o II Encontro e um artigo explicativo sobre o que é o projecto TEA (*Tablets* no Ensino e na Aprendizagem) da Gulbenkian, com o qual a Casa das Ciências colabora no acesso a recursos educativos digitais.

(...) numa colaboração entre a Casa da Ciências e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, estamos a publicar em pequenas "peças" a obra do matemático português [José Sebastião e Silva] (...)

Uma nota final. O projecto Casa das Ciências está desde já há algum tempo em todos os canais das redes sociais e não só. A Casa tem um canal no YouTube só para vídeos, páginas no Facebook, Google + e Twitter, um canal no ISSUU, no SlideShare (para apresentações) e no Portal Geogebra, bem como presença no iBooks, este só para a Revista de Ciência Elementar, que sai em todos os formatos digitais portáteis.

Manuel Luís Silva Pinto
Diretor de Produção
Revista de Ciência Elementar

FUNDAÇÃO
CALOUSTE GULBENKIAN
QUALIFICAÇÃO DAS NOVAS GERAÇÕES



Concursos

Durante o mês de janeiro de 2015, a Fundação Calouste Gulbenkian abrirá concursos para apoio às iniciativas abaixo mencionadas. Mais informações poderão ser obtidas no sítio da Fundação Calouste Gulbenkian (www.gulbenkian.pt), à medida que os concursos forem sendo abertos.

Projetos de Mobilidade Académica para Professores

Apoio, através de concurso internacional, a projetos que promovam a internacionalização das instituições, através da contratação de recém-doutorados/docentes em início de carreira académica, portugueses e/ou estrangeiros, de elevada qualidade e mérito científico, para integrarem o corpo docente da entidade beneficiária na qualidade de professores auxiliares.

Projetos Inovadores no Ensino Superior

Apoio a iniciativas de instituições portuguesas de ensino superior que se traduzam em Projetos inovadores que visem a melhoria do ensino e da aprendizagem neste nível educativo.

Atividades Culturais e Científicas para Jovens

Apoio a atividades culturais e científicas circum-escolares promovidas por jovens ou a eles especialmente destinadas, visando a formação integral da sua personalidade. Os trinta subsídios a conceder, através da realização de um concurso, contemplam as seguintes iniciativas:

- Teatro universitário, incluindo ações de formação teatral, montagem de espetáculos, intercâmbios de grupos de teatro académico e festivais de teatro universitário; atividades musicais, corais e instrumentais de grupos musicais constituídos por jovens universitários; atividades no domínio das artes plásticas, designadamente, ações de formação e investigação artística, organização e montagem de exposições.

- Atividades científicas, incluindo a organização de encontros científicos, cursos de verão e olimpíadas nacionais nas diferentes disciplinas científicas e tecnológicas.

Outras atividades juvenis circum-escolares de natureza científica, artística (etnografia, cinema, dança, etc.) e/ou formativa.

Prémio Nobel da Química 2014

Paulo Ribeiro-Claro

O Prémio Nobel da Química de 2014 foi atribuído a Eric Betzig, do Instituto Médico Howard Hughes (EUA), Stefan Hell, do Instituto Max Planck (Alemanha), e a William Moerner, da Universidade de Stanford (EUA), pelo "desenvolvimento da microscopia de super-resolução por fluorescência".

É este o parágrafo padrão que a maioria das agências noticiosas utilizou para divulgar ao mundo a decisão do Comité Nobel. Mas o que está para além da descrição sintética apresentada pelo Comité para justificar a atribuição, o tal "desenvolvimento da microscopia de super-resolução por fluorescência"? Que informação adicional poderemos dar aos nossos alunos em sala de aula, ao amigo que quer desenvolver o tema, ou num texto para a Ciência Elementar? A verdade é que não vale a pena tentar "reinventar a roda"! Ao longo dos anos, o Comité Nobel foi aperfeiçoando a qualidade do seu trabalho de comunicação de ciência. E vale a pena aproveitar os recursos que são actualmente fornecidos pelo comité Nobel na sua página oficial. A qualidade é excelente e fornece diversos níveis de abordagem: o anúncio do prémio, com a descrição sucinta do trabalho premiado; o comunicado de imprensa, com informação destinada a ser reproduzida nos meios de comunicação social; a informação popular, incluindo uma descrição mais detalhada e figuras ilustrativas de grande qualidade comunicacional; e a informação avançada, com uma descrição mais aprofundada das bases científicas do trabalho premiado.

Durante muitos anos, a microscopia viveu com uma suposta limitação: a de que nunca seria possível obter uma resolução melhor que metade do comprimento de onda da luz visível.

O texto que se segue é uma tradução livre do comunicado de imprensa (http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2014/press.html) que contém uma explicação rigorosa mas acessível para o cidadão comum interessado – um texto que, felizmente, foi bastante bem reproduzido em vários meios de comunicação social. E como "uma (boa) imagem vale mais do que mil palavras", não devemos perder as ilustrações disponibilizadas.

"Durante muitos anos, a microscopia viveu com uma suposta limitação: a de que nunca seria possível obter uma resolução melhor que metade do comprimento de onda da luz visível. Com a ajuda de moléculas fluorescentes, os Laureados de 2014 contornaram engenhosamente esta limitação. O seu trabalho inovador trouxe a microscopia óptica para a dimensão nanométrica.

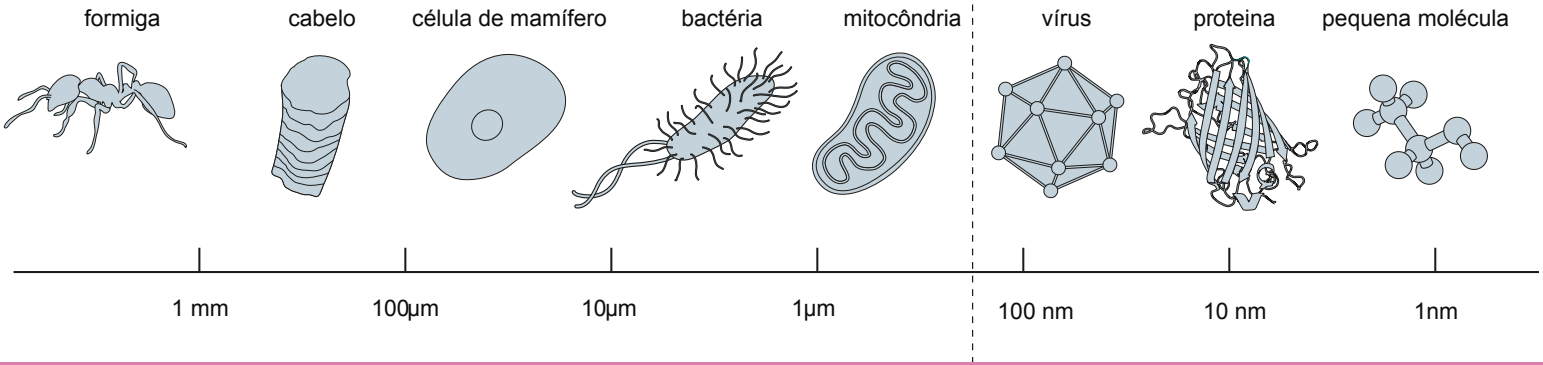


Figura 1 No final do século dezanove, Ernst Abbe definiu o limite da resolução do microscópio óptico em aproximadamente metade do comprimento de onda da luz, cerca de 0,2 micrometros. Isto significa que os cientistas poderiam distinguir células completas e certas partes das células designadas por organelos. Contudo, nunca seriam capazes de discernir algo tão diminuto como um vírus de tamanho normal, ou proteínas isoladas.

Através daquilo que se tornou conhecido como "nanoscopia"[1], os cientistas podem visualizar os percursos de moléculas individuais dentro das células vivas; podem ver como as moléculas criam sinapses entre células nervosas no cérebro; podem seguir as proteínas envolvidas na doença de Parkinson, Alzheimer e Huntington à medida que estas se agregam; podem seguir as proteínas individuais em óvulos fertilizados enquanto estes se dividem para gerar embriões.

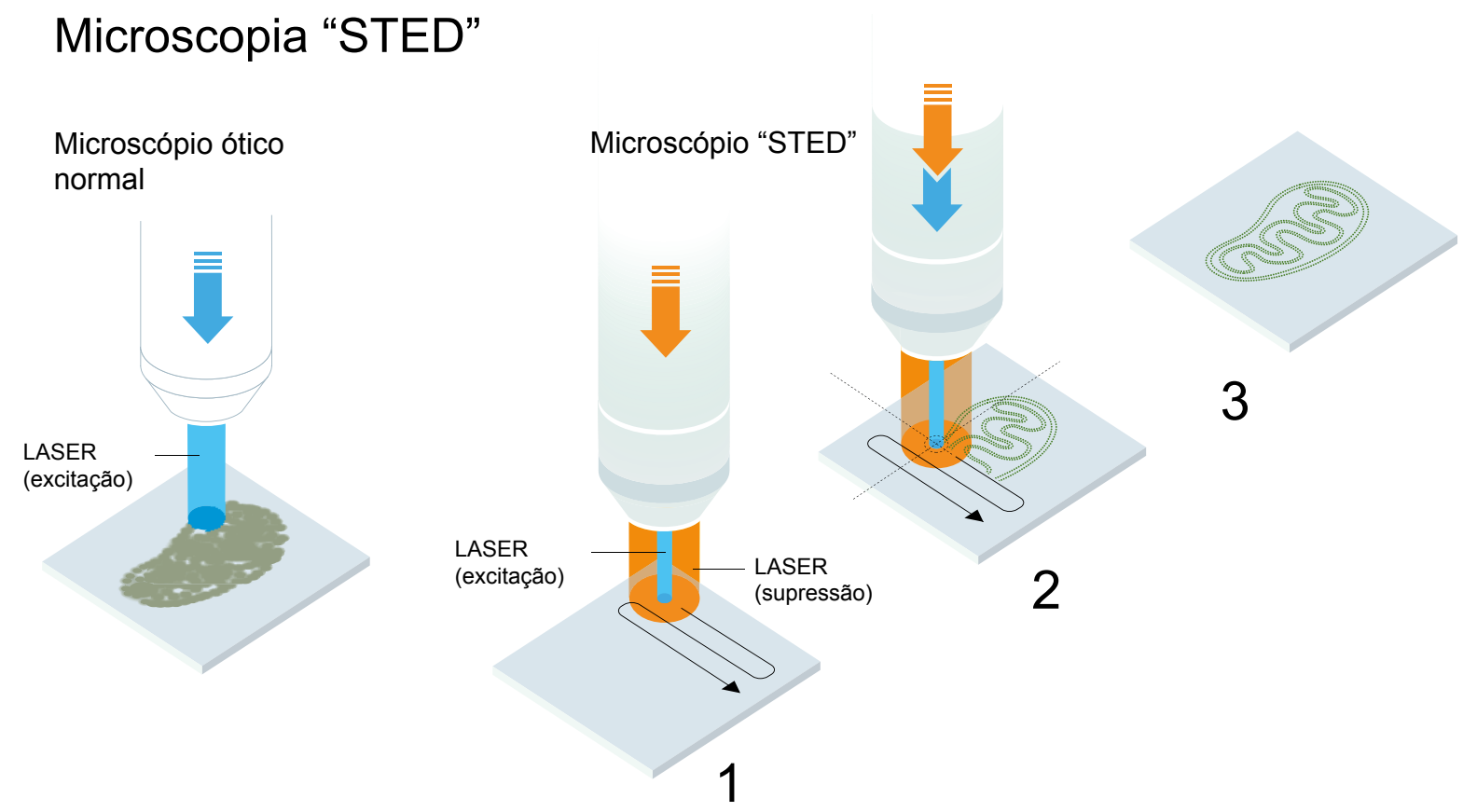


Figura 2 Num microscópio óptico convencional é possível observar os contornos de uma mitocôndria, mas sem detalhes da sua estrutura interna abaixo dos 0,2 micrometros. (1) Num microscópio “STED”, um feixe de laser anelar suprime toda a fluorescência fora de uma área nanométrica; (2) O laser faz o varrimento de toda a amostra e a imagem é construída ponto a ponto; (3)A imagem final tem uma resolução muito superior aos 0,2 micrometros.

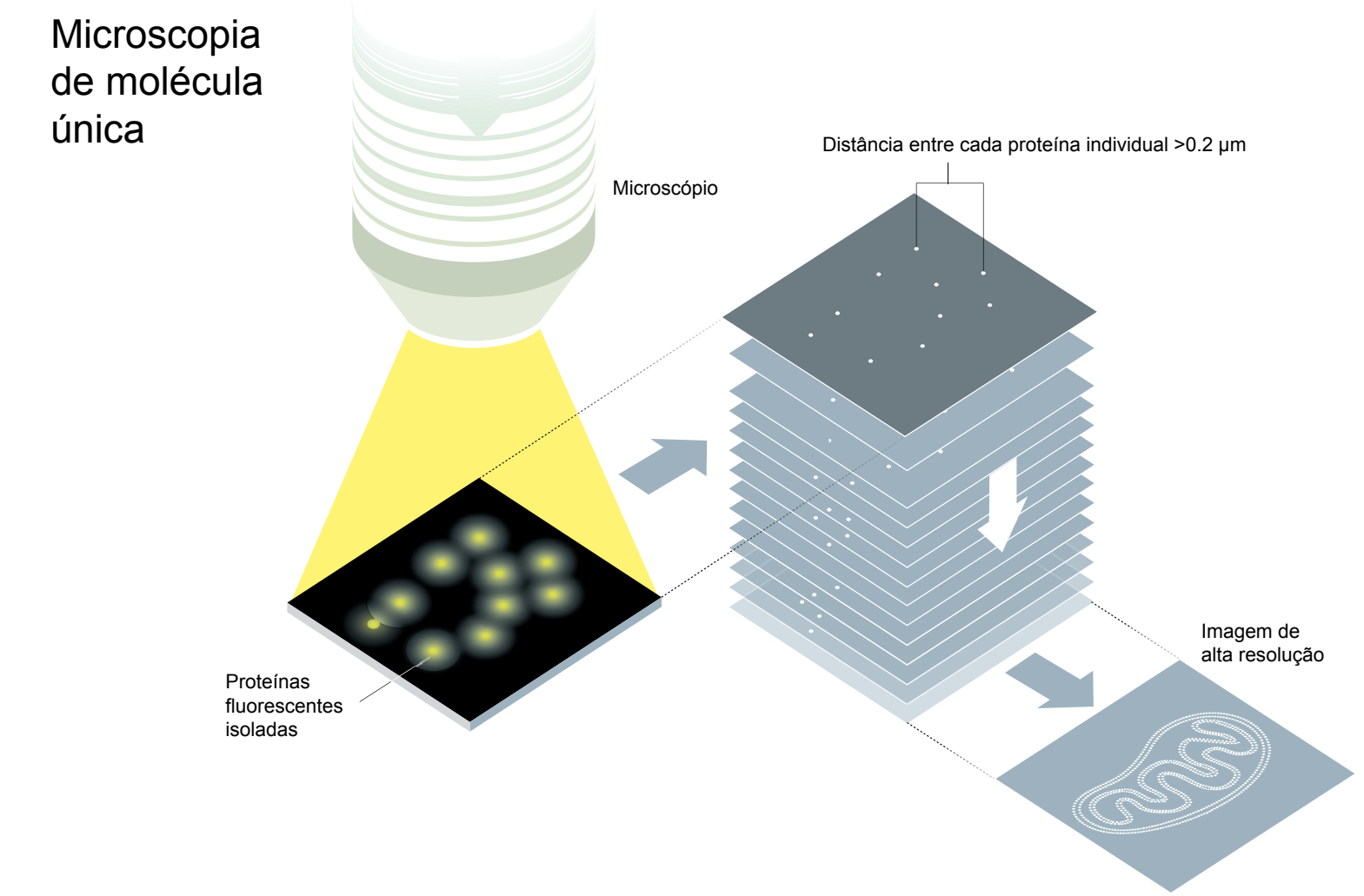


Figura 3 (1) Um impulso de luz de baixa intensidade activa uma fracção das proteínas fluorescentes. A distância entre proteínas é superior ao limite de Abbe de 0,2 micrometros. As proteínas brilham (fluorescem) até serem descoradas por acção da luz (branqueamento) e o processo é repetido com outro grupo de proteínas. (2) As imagens “desfocadas” são tratadas por métodos de teoria das probabilidades de forma a obter imagens mais nítidas; (3) Quando todas as imagens são sobrepostas, forma-se uma imagem de alta resolução, na qual é possível discernir as proteínas individuais.

Era tudo menos óbvio que os cientistas alguma vez seriam capazes de estudar células vivas no mais ínfimo detalhe molecular. Em 1873, o microscopista Ernst Abbe estipulou um limite físico para a resolução máxima de microscopia óptica tradicional: ela nunca poderia se tornar melhor do que 0,2 micrometros[2] . Eric Betzig , Stefan W. Hell e William E. Moerner são agraciados com o Prémio Nobel de Química 2014 por terem ultrapassado esse limite. Devido ao seu contributo, o microscópio óptico agora pode perscrutar o mundo nano.

Através daquilo que se tornou conhecido como "nanoscopia"[1], os cientistas podem visualizar os percursos de moléculas individuais dentro das células vivas

São recompensados dois princípios distintos. Um é o método de microscopia por depleção da emissão estimulada (STED - *stimulated emission depletion*), desenvolvido por Stefan Hell em 2000. O método utiliza dois feixes de laser: um estimula as moléculas fluorescentes para brilhar, o outro anula toda a fluorescência que ocorra fora de um volume em escala nanométrica. O varrimento completo da amostra, nanometro a nanometro, produz uma imagem

Era tudo menos óbvio que os cientistas alguma vez seriam capazes de estudar células vivas no mais ínfimo detalhe molecular.

com uma resolução superior ao limite estipulado de Abbe. Eric Betzig e William Moerner, trabalhando separadamente, lançaram as bases para o segundo método, a microscopia de molécula única (*single molecule microscopy*). O método baseia-se na possibilidade de ligar ou desligar a emissão de fluorescência de moléculas[3]. A imagem da mesma área é obtida várias vezes, deixando apenas algumas moléculas intercaladas brilhar de cada vez. A sobreposição dessas imagens produz uma super-imagem de elevada densidade, com resolução à escala nanométrica . Eric Betzig utilizou este método pela primeira vez em 2006."

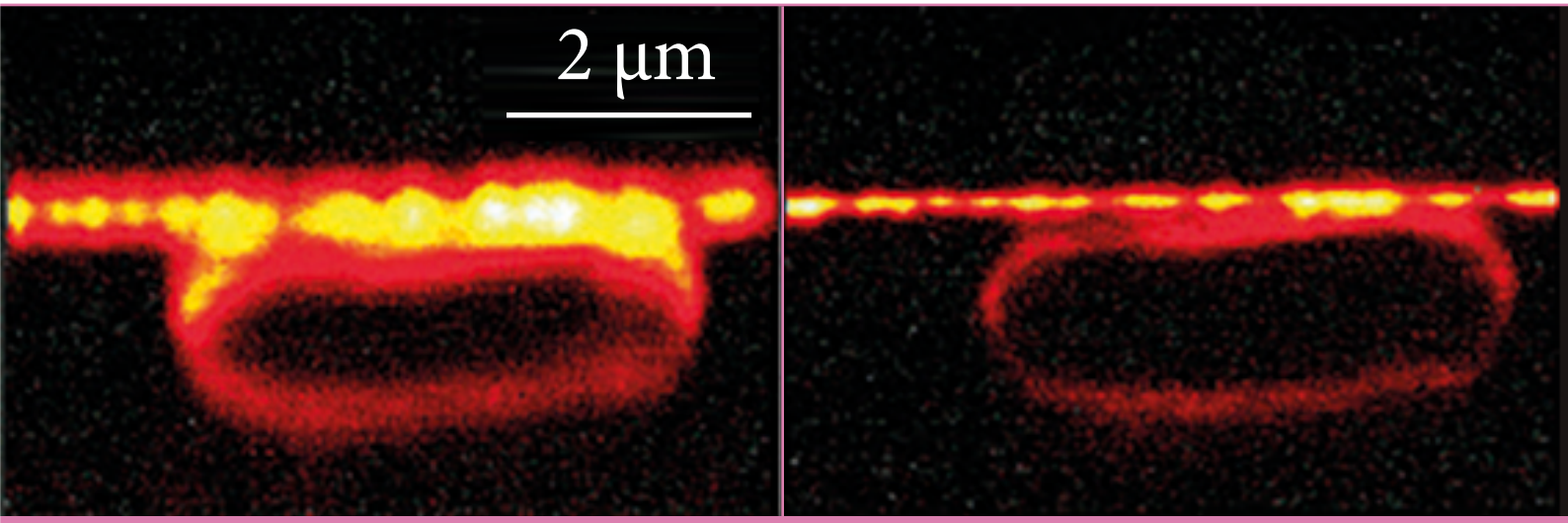


Figura 4 Uma das primeiras imagens obtidas por Stefan Hell com um microscópio STED. À esquerda, a imagem de uma bactéria *E. coli* obtida com um microscópio convencional; à direita, a imagem da mesma bactéria obtida com um microscópio STED. A resolução da imagem obtida com o microscópio STED é 3 vezes melhor. Imagem de Proc. Natl. Acad. Sci. USA 97: 8206–8210.

Notas:

1. Embora o Comité Nobel tenha preferido a designação de "microscopia de super-resolução" na descrição do trabalho premiado, o termo nanoscopia é também utilizado com frequência. Neste caso, o termo aplica-se com alguma propriedade: se o microscópio permite ver estruturas cuja dimensão é da ordem dos micrómetros (10^{-6} m), então o nanoscópio permite ver até à dimensão (de perto) do nanometro (10^{-9} m).

2. O "limite de Abbe", tal como referido no texto, depende do comprimento de onda da luz utilizada no microscópio óptico. Considerando que os comprimentos de onda da luz visível estão entre os 700 nm (vermelho) e os 400 nm (violeta), o limite de Abbe é de 0,15-0,25 µm no visível (sendo inferior a 0,15 µm na região do ultra-violeta). A referência no texto a 0,2 micrometros é, assim, uma simplificação totalmente aceitável.

3. "A descoberta e o desenvolvimento de proteínas fluorescentes" - as proteínas que estão na base do método de microscopia de molécula única de Betzig e Moerner - foi objecto do prémio Nobel da Química em 2008. Nesse ano, o comunicado de imprensa do comité Nobel já destacava o potencial desta "marcação luminosa" para a observação de processos celulares.

Paulo Ribeiro Claro
Departamento de Química,
Universidade de Aveiro

IV Encontro Internacional Arte para a Infância e Desenvolvimento Social e Humano

IV International Colloquium Arts for Childhood and Human and Social Development

Auditório **3** e Sala **1**
Fundação Calouste Gulbenkian
12 e **13** de **Dezembro,**
Projecto Opus Tutti
Ano Frutificar
2014

Condições de participação:

1) Ficha de inscrição disponível em **www.opustutti.com**
Por favor preencha e envie para educa@musicateatral.com
2) Existe um número limitado de lugares, sendo as inscrições aceites por ordem de chegada.
3) Dado o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian a inscrição é gratuita.

OPUS TUTTI

IV Encontro Internacional Arte para a Infância e Desenvolvimento Social e Humano

IV International Colloquium Arts for Childhood and Human and Social Development

Sexta, 12 de Dezembro Sala 1

14h30 – Abertura do Secretariado

Das 14h30 às 19h - Visitas a Inventário dos Frutos

Inventário dos Frutos reúne um conjunto de materiais e ideias concebidas ao longo do Projecto Opus Tutti. Ao longo da tarde serão também apresentados os documentários Germinar, Enraizar, Crescer e Frutificar, realizados por Pedro Sena Nunes em cada um dos anos do projecto. Sem hora marcada para começar ou acabar. Estar, escutar, partilhar, fruir, meditar. Deixar-se ir ao sabor do tempo dos frutos maduros.

Auditório 3

18h – Questões sobre intersubjectividade e infância

Por: Colwyn Trevarthen[1)]
Apresentação: Manuel Pedro Ferreira[2)]

Sábado, 13 de Dezembro

9h00 – Abertura do secretariado

9h30 – As Questões de Opus Tutti

Com: Helena Rodrigues[3), 4)] e Paulo Maria Rodrigues[4),5),]

Apresenta-se um conjunto de interrogações com que nos fomos deparando ao longo dos quatro anos do Projecto Opus Tutti. O trabalho realizado mostrou algumas respostas que agora partilhamos no Inventário dos Frutos apresentado na Sala 1 da FCG. Este Encontro é um convite para que diferentes pessoas contribuam com outras respostas possíveis ou enriqueçam a partilha de ideias colocando mais questões.

9h45 – Questões de Princípio

Por: Manuel Carmelo Rosa [6)]

A visão de quem acredita que vale a pena construir raízes sociais e educativas a partir da infância. Arte e infância são questões políticas?

10h15 – Questões da Terra da Língua

Com: Betânia Parizzi[7)]; Consiglia LaTorre [8)]; João Gabriel Fonseca[7)] ; Marisa Fonterrada[9),10)]
Moderação: Madalena Leitão [11)]

Ao longo do Projecto Opus Tutti alguns parceiros do Brasil foram ajudando a encontrar respostas para questões que formulámos inicialmente. Falamos a mesma língua, a da arte, mas com uma sonoridade diferente. Este painel é a continuação da construção dum diálogo que se tem revelado muito frutífero.

11h25 – Pausa para café / Visitas a Inventário dos Frutos

11h50 – Questões de Educação e Cultura
Com: Álvaro Santos[12)], Isabel Mota[13)] e José Luís Ferreira[14)].
Moderação: Cristina Ponte [15)].

Convidados especiais: Isabel Marques, Liliana Moreira, Paulo Ferreira Rodrigues, Susana Duarte e educadores de infância e auxiliares de educação de creches e Jardins de Infância abrangidos por PaPI.

Nos anos Crescer e Frutificar do Projecto Opus Tutti propusemo-nos "desescolarizar a educação, humanizar a cultura" e começámos uma travessia com Pontes de PaPI (Peça a Peça Itinerante) que nos levou a outras paisagens. A viagem continua na companhia de vários protagonistas deste processo.

13h00 – Pausa para almoço / Visitas a Inventário dos Frutos

14h30 – Questões da Terra da Música
Com: Birgitte Nielsen[16)]; Colwyn Trevarthen[1)]; Hans van Regenmortel [17)] Lyl Tiempo [18)] Moderação: Sam Meyler[19)]

Contribuições para um olhar caleidoscópico sobre questões comuns. Com sonoridades diferentes é possível construir a língua de um pensamento comum?

(Debate em inglês com tradução simultânea)

16h00 – Pausa para café / Visitas a Inventário dos Frutos

16h20 – Questões de Jardim Interior
Por: Helena Rodrigues[3), 4)] e Paulo Maria Rodrigues[4), 5)]

Uma reflexão sobre experiências de formação imersiva concebidas no âmbito de Opus Tutti e apresentação do modelo Jardim Interior.

17h15 - Um 100 número de questões
Moderação: Paulo Guerra [20)]
Espaço para o nascimento de novas questões. Espaço para o futuro.

18h00 – **Até já!**

1) Universidade de Edimburgo; 2) CESEM- Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa; 3)Laboratório de Música e Comunicação na Infância do CESEM -Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa); 4) Projecto Opus Tutti, Companhia de Música Teatral; 5) Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro; 6) Fundação Calouste Gulbenkian; 7) Universidade Federal de Minas Gerais; 8) Universidade Federal do Ceará; 9) Universidade Estadual de São Paulo; 10) GEPEM - Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Musical; 11) Escola Superior de Educação de Castelo Branco; 12) Casa das Artes de Vila Nova de Famalicão; 13) Centro Infantil O Roseiral; 14) São Luiz, Teatro Municipal; 15) Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa; 16) Den Jyske Opera, Aarhus; 17) Musica, Impulse Centre for Music, Neerpelt 18) Freelancer, Buenos Aires; 19) Fundação Champalimaud; 20) CrescerSer – Associação Portuguesa para o Direito dos Menores e da Família.

Secretariado: Cristiana Vicente (coordenação), Irina Raimundo, Mariana Vicente
Tradução simultânea: Sofia Norton
Design:Ana Guedes

Frutificar 2014

O que é feito da nanotecnologia?

Eulália Pereira

A nanotecnologia tem merecido um lugar de destaque na atenção do público, tanto pelas inúmeras e admiráveis possíveis aplicações, como pelos riscos que poderá representar para o ser humano e para o ambiente. Embora se tenha frequentemente identificado a nanotecnologia como a grande revolução tecnológica do século XXI, o seu impacto real na sociedade nem sempre é evidente. E tal suscita-nos algumas questões: As promessas estão a ser cumpridas? Onde estão os produtos de nanotecnologia? Qual o real impacto da nanotecnologia na sociedade?

Embora se tenha frequentemente identificado a nanotecnologia como a grande revolução tecnológica do século XXI, o seu impacto real na sociedade nem sempre é evidente.

As promessas estão a ser cumpridas?

A nível académico é bastante consensual que a nanotecnologia tem cumprido e mesmo superado as expectativas. O número de cientistas a trabalhar nesta área tem aumentado muito, o que é evidente pelo crescimento exponencial do número de publicações científicas e patentes de nanotecnologia nos últimos vinte anos. Este esforço resultou em dispositivos e técnicas que parecem pertencer ao domínio da ficção científica. Alguns exemplos são as técnicas de visualização e deteção de uma única molécula[1]; circuitos eletrónicos biocompatíveis incorporáveis em plantas e animais vivos para monitorização do ambiente[2]; desenvolvimento de computadores orgânicos que funcionam de modo análogo ao cérebro[3], entre muitos outros.

Também se tem registado um aumento exponencial na produção industrial e comercialização de produtos, embora nem sempre seja muito fácil recolher essa informação. Segundo uma análise da OCDE[4], as grandes empresas usualmente incorporam os métodos e materiais de nanotecnologia em processos já existentes e nem sempre identificam os seus produtos como nanotecnológicos. Este secretismo deve-se em parte ao segredo industrial, mas também às preocupações relativas à saúde e ambiente que os produtos de nanotecnologia podem suscitar no grande público. Os produtos mais inovadores têm origem em pequenas empresas, usualmente *spin-offs* com fortes laços a universidades ou institutos de investigação científica.

Onde estão os produtos de nanotecnologia?

Tal como em qualquer tecnologia emergente, podem identificar-se três fases distintas na produção/comercialização de produtos de nanotecnologia. A primeira fase, que teve início cerca do ano 2000, consistiu na comercialização exclusiva das denominadas estruturas passivas, ou seja, nanopartículas e nanocompósitos simples utilizados como aditivos de produtos já existentes. Um dos primeiros casos foi a utilização de nanopartículas de óxido de zinco e dióxido de titânio nos protetores solares de elevado índice de proteção[5]. Outro exemplo é a utilização de nanopartículas de sílica ou de carbono como material de reforço estrutural em pneus, revestimentos, etc. Os produtos de segunda geração começaram a ser produzidos cerca de cinco anos mais tarde e são sistemas ligeiramente mais complexos, usualmente incluindo modificação da superfície dos nanomateriais para conferir propriedades desejadas, por exemplo propriedades de reconhecimento molecular. Os produtos mais comuns nesta fase são na área da entrega de fármacos e sensores. Um exemplo são os testes de gravidez descartáveis com nanopartículas revestidas com anticorpo específico para HCG (hormona gonadotrofina coriónica) que, sendo mais sensíveis, permitem uma deteção mais precoce do que os testes convencionais[6]. A terceira geração de produtos de nanotecnologia envolve a produção de nano-sistemas tridimensionais, por exemplo chips de computador envolvendo fabricação de vários componentes com precisão à nano-escala[7]. É previsível ainda uma quarta geração de produtos, possivelmente num futuro muito próximo, em que será possível o fabrico de nano-dispositivos capazes de efetuar funções complexas. A recente patente da Graphene 3D Lab Inc sobre a impressão 3D de nanobaterias pode ser um primeiro passo para resolver uma das questões essenciais: a fonte de energia para nano-dispositivos[8].

(...) as grandes empresas usualmente incorporam os métodos e materiais de nanotecnologia em processos já existentes e nem sempre identificam os seus produtos como nanotecnológicos.

Qual o impacto na sociedade?

O impacto da nanotecnologia vai muito além dos produtos e processos reconhecidos nesta área. A nanotecnologia

representa um conjunto de técnicas de manipulação de materiais que é aplicável em praticamente todas as áreas tecnológicas e que já está a ter um impacto nas áreas mais diversas, desde os produtos eletrónicos, farmacêuticos, materiais inteligentes, revestimentos especializados e muitos mais. A nanotecnologia é considerada uma tecnologia disruptiva no sentido que as empresas que a incorporarem nos seus processos de fabrico terão uma vantagem competitiva muito significativa, acabando por aniquilar as empresas que mantenham os seus processos tradicionais.

Estima-se que atualmente na Europa existam cerca de 200 000-300 000 postos de trabalho diretamente relacionados com nanotecnologia[9]. No entanto, tem sido apontado que um dos constrangimentos ao crescimento da área é exatamente a falta de mão de obra especializada. Na realidade, embora muitas universidades tenham incorporado disciplinas de nanotecnologia nos seus cursos tradicionais de química, física e ciência e engenharia dos materiais, o número de cursos superiores exclusivamente dedicados a esta área ainda é muito limitado.

(...) um dos constrangimentos ao crescimento da área é exatamente a falta de mão de obra especializada.

Os estudos numa vertente mais fundamental têm revelado novas propriedades inerentes à nano-escala, pelo que a questão da dimensão física dos materiais passou a ser um fator relevante em muitas áreas de investigação científica onde até agora era ignorado. São exemplos disso as novas áreas de nanotoxicologia e nanotoxicologia ambiental, onde as propriedades tóxicas de diversos materiais estão a ser reavaliadas tendo em consideração o estado de divisão do material. Estes estudos têm revelado dados surpreendentes que indicam que a interação de nano-materiais com estruturas biológicas, também à nano-

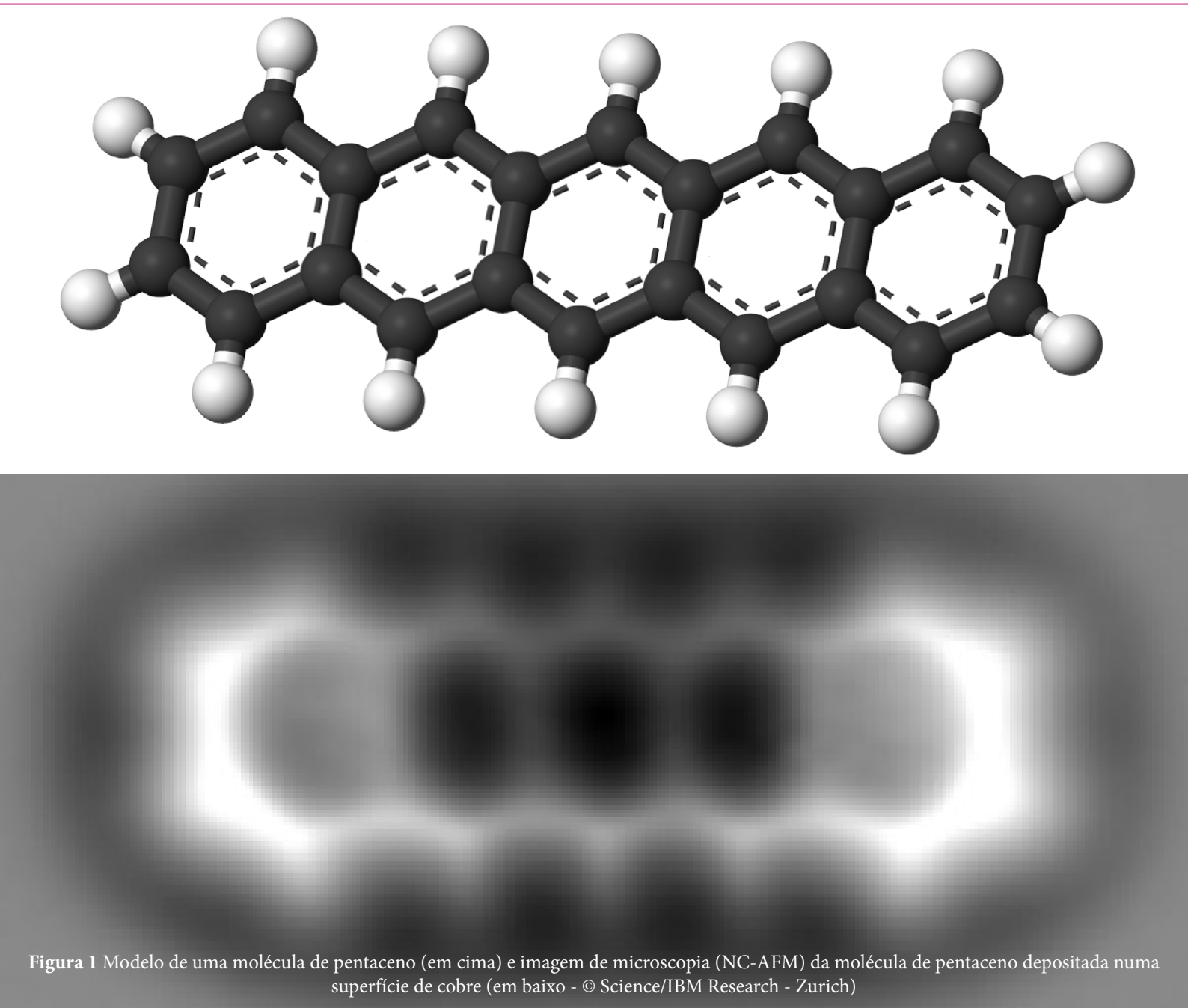


Figura 1 Modelo de uma molécula de pentaceno (em cima) e imagem de microscopia (NC-AFM) da molécula de pentaceno depositada numa superfície de cobre (em baixo - © Science/IBM Research - Zurich)

escala, está ainda longe de ser bem compreendida. Até neste aspecto a nanotecnologia tem registado avanços surpreendentes, sendo uma das tecnologias emergentes mais escrutinada relativamente a possíveis efeitos adversos e riscos envolvidos.

A nanotecnologia é sem dúvida uma área revolucionária, tendo introduzido uma nova forma de fazer ciência, onde o controlo das propriedades é conseguido por técnicas de montagem à nano-escala. Esta faceta revolucionária é a mais notória, a que sai nas notícias, a mais espetacular. Mas é apenas a ponta do iceberg. Em muitas das aplicações atuais a nanotecnologia intervém como uma evolução das tecnologias já existentes. Esta é a face mais oculta mas seguramente a que tem um maior peso nos produtos de consumo atualmente disponíveis. Possivelmente, todos já usamos alguns produtos de nanotecnologia sem o sabermos, desde um protetor solar com nanopartículas de óxido de zinco, a computadores ou outro material electrónico com chips fabricados à nano-escala, ou mesmo um frigorífico com revestimento anti-bacteriano com nanopartículas de prata. Em suma, a nanotecnologia veio para ficar, está a ser incorporada nas áreas mais diversas e "silenciosamente" já invadiu o nosso dia-a-dia.

Figura 2 Circuitos eletrónicos integrados sob a pele de um rato (esquerda) e de uma planta (direita).
(Imagem à esquerda: Beckman Institute, University of Illinois and Tufts University)

Notas

1. http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/28267.wss acedido a 28/10/2014; L. Gross, F. Mohn, N. Moll, P. Liljeroth, G. Meyer "The Chemical Structure of a Molecule Resolved by Atomic Force Microscopy" Science (2009) 28: 1110-1114. [DOI:10.1126/science.1176210]

2. http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=35418.php acedido a 28/10/2014; A. H. Laszlo, I. M. Derrington, B. C. Ross, A. Adey, I. C. Nova, J. M. Craig K. W. Langford, J. M. Samson, R. Daza, K. Doering, J. Shendure, J. H. Gundlach "Decoding long nanopore sequencing reads of natural DNA" Nature Biotechnology (2014) 32: 829–833 doi:10.1038/nbt.2950

3. http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=34328.php acedido a 28/10/2014; G. I. Livshits, A. Stern, D. Rotem, N. Borovok, G. Eidelshtein, A. Migliore, E. Penzo, S. J. Wind, R. Di Felice, S. S. Skourtis, J. C. Cuevas, L. Gurevich, A. B. Kotlyar, D. Porath " Long-range charge transport in single G-quadruplex DNA molecules" Nature Nanotechnology (2014). doi:10.1038/nnano.2014.246

4. OECD (2010), The Impacts of Nanotechnology on Companies: Policy Insights from Case Studies, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264094635-en

5. http://www.theguardian.com/science/small-world/2014/mar/13/nanotechnology-sunscreen-skin-cancer acedido a 27/10/2014

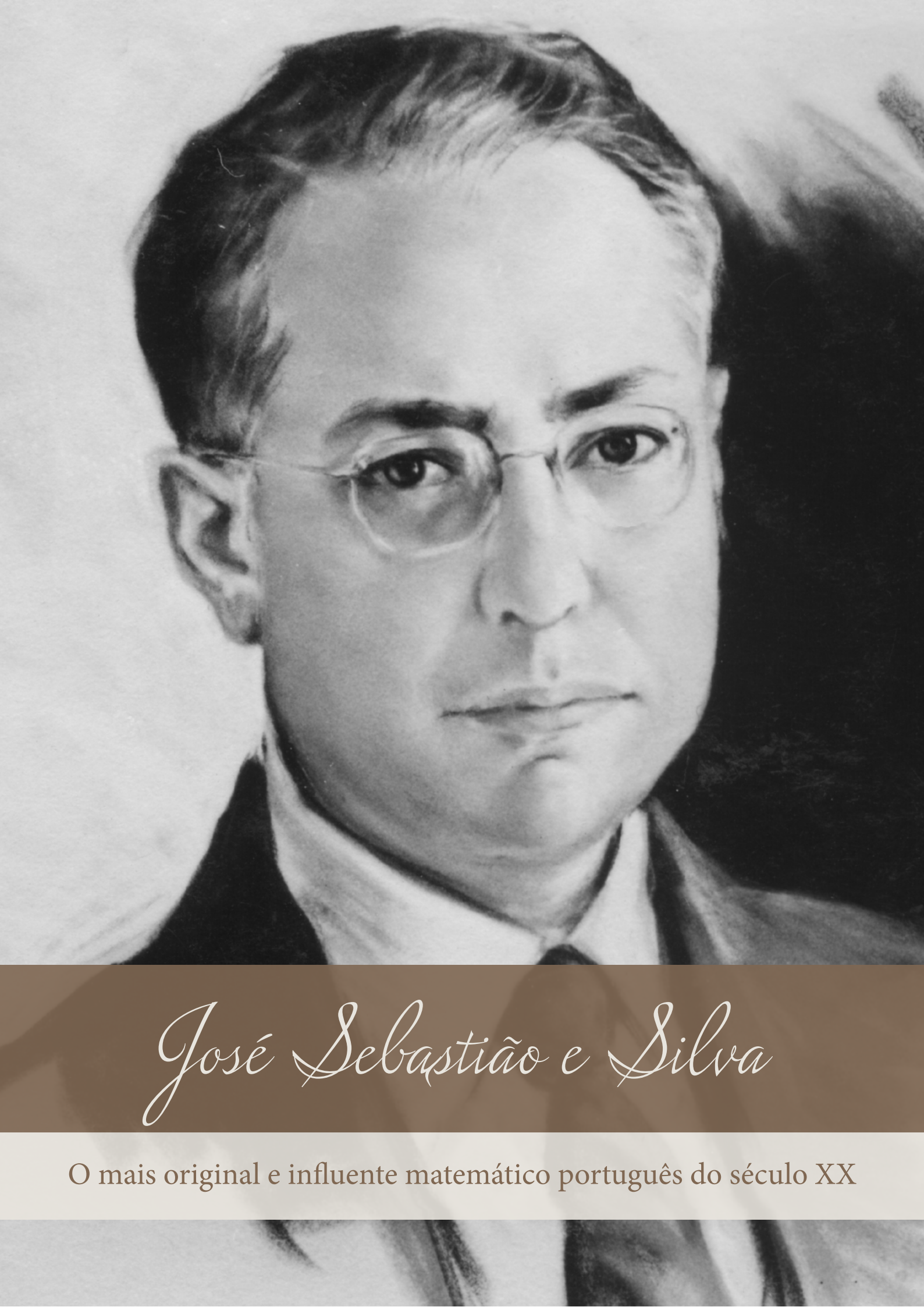
6. R. Tanaka, T. Yuhi, N. Nagatani, T. Endo, K. Kerman, Y. Takamura, E. Tamiya " A novel enhancement assay for immunochromatographic test strips using gold nanoparticles."Anal Bioanal Chem. (2006) 385:1414-20. doi: 10.1007/s00216-006-0549-4

7. http://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/intel-22nm-technology.html acedido a 27/10/2014; http://www.kurzweilai.net/mitre-harvard-nanocomputer-may-point-the-way-to-future-computer-miniaturization acedido a 27/10/2014

8. http://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/newsid=37186.php acedido a 27/10/2014

9. OECD (2010), The Impacts of Nanotechnology on Companies: Policy Insights from Case Studies, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264094635-en

Eulália Pereira
REQUIMTE/Departamento de Química e Bioquímica,
Faculdade de Ciências, Universidade do Porto



José Sebastião e Silva

O mais original e influente matemático português do século XX

O homem, o cientista, o professor

Ao estudar o mundo empírico, o homem esqueceu-se dum pormenor essencial, irredutível a fórmulas matemáticas – que é ele mesmo, homem, com tudo o que nele se contém de infinito. Não se mecaniza a vida, não se logifica o sentimento, não se automatiza o espírito livre e criador. Não se resolvem problemas sentimentais por meio de equações, e ainda bem que tal não é possível.

Filósofos e Matemáticos
Ciência, vol.1, ano 3, n.º 3, 16-19, 1950

Associar a excelência como investigador à competência como pedagogo é prerrogativa rara. Em José Sebastião e Silva (1914-1972) essa associação foi constante ao longo de toda a sua vida. Certamente um dos matemáticos portugueses de maior projeção internacional, foi autor de notáveis trabalhos científicos que contribuíram para novas linhas de estudo e de investigação.

Nascido em Mértola, no Alentejo, muito cedo se manifestou o seu gosto pela Matemática e a sua facilidade de a expor. Manuel Delgado, no seu livro sobre Beja e os bejenses mais ilustres, testemunha que "entre os anos de 1925 e 1930, era frequente ver o Sebastião e Silva dar explicações de Matemática e doutras disciplinas, nos bancos dos jardins da cidade ou nas mesas do velho Café Luís da Rocha". Nos anos que se seguiram ao termo da sua licenciatura lecionou em colégios particulares, antes de se tornar bolseiro do Instituto para a Alta Cultura, em 1940.

Ainda estudante de licenciatura, em 1936, José Sebastião e Silva inicia o seu primeiro trabalho de investigação e, em 1939, integra-se no Movimento Matemático que então surgia em Portugal. Em 1940 é criado o Centro de Estudos Matemáticos de Lisboa, pelo Instituto para a Alta Cultura, e é-lhe atribuída uma bolsa, fazendo assim parte do primeiro grupo de investigadores desse centro orientado por António Aniceto Monteiro. Publica os seus primeiros artigos na Portugaliae Mathematica, em particular, o «Método de Silva» para a aproximação de raízes algébricas com impacto em Análise Numérica.

Em 1942 inicia o seu percurso como docente no ensino universitário, como 2.º assistente na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Nas suas aulas introduz novas abordagens aos temas que leciona, procurando acompanhar a evolução e a modernização da própria ciência. José Morgado afirmaria mais tarde: "Dos cursos de Complementos de Álgebra que conheci, o melhor foi o curso feito por Sebastião e Silva". Deve-se-lhe em particular a renovação do ensino da Análise que, a par com os seus trabalhos de investigação, foi determinante no aparecimento e formação de novos professores e investigadores.

Durante a sua estada em Itália, entre 1943 e 1946 - onde conviveu com os matemáticos Federigo Enriques, Francesco Severi, Guido Castelnuovo, Mauro Picone e Luigi Fantappié - desenvolve investigação em Lógica Matemática e em Análise Funcional. Os resultados que obtém, sobre a fundamentação da teoria dos funcionais analíticos na sua tese de doutoramento, despertam interesse a nível internacional, tendo influenciado trabalhos de vários matemáticos, entre os quais, Gottfried Köthe e Alexandre Grothendieck.

Com a sua tese de doutoramento (1949), dá um contributo importante para o desenvolvimento da teoria dos espaços topológicos. Uma noção de convergência então introduzida, viria a conduzir à definição de uma nova classe de espaços localmente convexos, os espaços (LN*). Estes foram apresentados no Congresso Internacional de Matemáticos de 1954, em Amsterdão, ficando posteriormente conhecidos por «espaços de Silva».

Nos vários textos que redige sobre o ensino universitário, é clara a sua preocupação sobre toda a problemática que o envolve. As suas reflexões abrangem desde linhas gerais até aos pormenores de programa e de forma de ensino. Como Professor de Matemática no Instituto Superior de Agronomia e na Faculdade de Ciências de Lisboa, tem em conta a especificidade do ensino: "diferenças de finalidade que se refletem necessariamente em diferenças de programas e mais ainda numa divergência das orientações pedagógicas a imprimir nos cursos".

A Teoria das Distribuições, que valeu a Laurent Schwartz a Medalha Fields em 1950, foi objeto de uma reformulação axiomática por Sebastião e Silva. Em 1964 organiza em Portugal um Curso Internacional sobre a Teoria das Distribuições onde participaram cientistas de 19 países, entre os quais o próprio Schwartz e Jacques-Louis Lions. Esta teoria e algumas das suas aplicações à Física e à Técnica foram tema de múltiplos seminários e cursos que ministrou em instituições portuguesas e estrangeiras.

Conduz, a partir de 1963, o Projeto de modernização do ensino da Matemática no 3.º ciclo liceal, com impacto nacional e internacional. Foi um projeto de reforma

curricular profunda que teria que ser realizada "não só quanto a programas, mas também quanto a métodos de ensino" e, como dizia, constituir um "ensino vital de ideias (...), mais do que exposição mecânica de matérias". Redige os textos de apoio – Compêndio de Matemática e Guia para a utilização do Compêndio de Matemática. Estes textos, em conjunto com outros anteriores como o Compêndio de Álgebra (em parceria com Silva Paulo) e o de Geometria Analítica Plana, livros únicos adotados até 1970, continuam a ser uma referência atual.

Pelas reformas que protagonizou, os pareceres que emitiu sobre os vários níveis de ensino, do primário ao superior, os textos de referência que escreveu, pelo seu envolvimento na formação de professores e pelos discípulos que deixou, José Sebastião e Silva desempenhou um papel inovador e determinante no ensino da Matemática em Portugal e na língua portuguesa.

Sob a sua direção, o Centro de Estudos Matemáticos de Lisboa é restabelecido em 1952. Aí, durante vinte anos, criou discípulos e orientou pós-doutorandos de outros centros de investigação, portugueses e estrangeiros. Acompanhou de perto o movimento matemático internacional participando em congressos, reuniões e colóquios. Preocupado em seguir linhas de investigação contemporâneas, promove contactos que mantiveram o intercâmbio entre a comunidade matemática nacional e internacional.

A comemoração do centenário do seu nascimento teve início no dia 23 de outubro de 2014, com a abertura de uma Exposição no átrio da Reitoria da Universidade de Lisboa e prolonga-se durante o ano com várias outras iniciativas, entre as quais uma sessão solene em colaboração com a Sociedade Portuguesa de Matemática no dia 12 de dezembro em Lisboa, anunciadas na página http://www.sebastiaoesilva100anos.org.

A Comissão da Universidade de Lisboa para o centenário de José Sebastião e Silva

José Francisco Rodrigues, CMAF / Faculdade de Ciências • Isabel Faria, Instituto Superior de Agronomia • Suzana Nápoles, Faculdade de Ciências Ciências • Henrique Guimarães, Instituto de Educação • João Teixeira Pinto, Instituto Superior Técnico • Anabela Teixeira, Museus/MUHNAC

Aceda à obra completa de José Sebastião e Silva publicada no portal da Casa das Ciências.

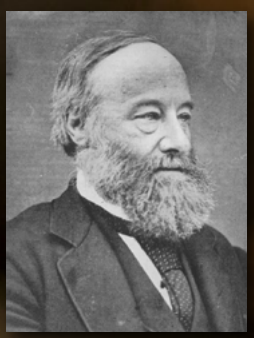
História da Ciência

Como não é possível conhecer verdadeiramente uma ciência sem conhecer a sua história, dedicamos as próximas páginas a lembrar os feitos e descobertas daqueles que deram um contributo muito significativo para a evolução do conhecimento científico.

Blaise Pascal

Evangelista Torricelli

Galileo Galilei


James Prescott Joule

Michael Faraday

Blaise Pascal

1623 - 1662

Matemático e filósofo francês, lançou as bases para a moderna teoria das probabilidades e formulou o que veio a ficar conhecido como o princípio de Pascal.

Autor Daniel Ribeiro | **Editor** Eduardo Lage | Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0092

O pai de Pascal, Étienne Pascal (1588 – 1651), era juiz do Tribunal Tributário de Clermont-Ferrand e a sua mãe morreu em 1626; cinco anos depois, a família mudou-se para Paris. Devido às circunstâncias da família, o pai de Pascal dedicou-se à educação dos seus filhos. Enquanto a irmã de Pascal, Jacqueline (nascida em 1625), era um prodígio nas letras, Blaise provou ser um bom aluno em matemática.

Ainda na sua adolescência, em 1640, Pascal escreveu um ensaio sobre secções cónicas (*Essai pour les coniques*) baseado na obra de Gérard Desargues (1591 – 1661) sobre geometria projetiva sintética. O trabalho do, ainda jovem, Pascal foi muito bem recebido no mundo da matemática, tendo, contudo, despertado a inveja do grande racionalista e matemático francês René Descartes (1596 – 1650). Entre 1642 e 1644, Pascal concebeu e construiu uma calculadora mecânica para ajudar o seu pai no cálculo de impostos – este dispositivo deve ser considerado o percusor dos modernos computadores.

Depois de se afastar por um tempo da produção científica (para dedicar-se à religiosidade), Pascal absorveu-se novamente nos seus interesses científicos, testando as teorias de Galileo Galilei (1594 – 1642) e de Evangelista Torricelli (1608 – 1647). Para fazer isso, reproduziu e ampliou as experiências sobre pressão atmosférica através da construção de barómetros de mercúrio e medindo a pressão do ar, tanto em Paris como no topo de uma montanha com vista para Clermont-Ferrand. Estas experiências incentivaram novos estudos de hidrodinâmica e hidrostática.

Ao longo do seu trabalho de experimentação, Pascal inventou a seringa e criou a prensa hidráulica, um instrumento baseado no princípio que se tornou conhecido como o princípio de Pascal: a pressão no seio de um fluido em equilíbrio transmite-se a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente. Pascal também publicou sobre as questões relacionadas com o vácuo (1647 – 1648). Devido ao excesso de trabalho, Pascal foi aconselhado a pausar as suas investigações entre 1651 e 1654, porém, Blaise acabou por ignorar o conselho e continuou a sua produção científica, escrevendo tratados sobre equilíbrio de soluções líquidas, peso e densidade do ar e sobre o triângulo aritmético, onde lançou as bases para o cálculo de probabilidades. Em sua homenagem, a unidade de pressão no SI tem o seu nome: 1 Pa (um pascal) é a força de 1 N exercida, uniformemente, sobre uma área de 1 m^2.

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Blaise Pascal, consultado em 19/09/2012;
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Pascal, Blaise, consultado em 19/09/2012;
3. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Blaise Pascal, consultado em 19/09/2012.

Evangelista Torricelli

1608 - 1647

Físico e matemático italiano que inventou o barómetro e cujo trabalho em geometria auxiliou no desenvolvimento posterior do cálculo integral.

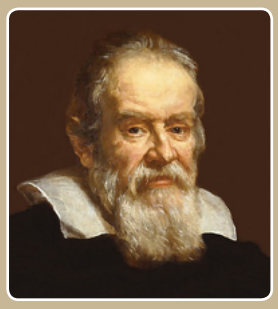
Autor Daniel Ribeiro | **Editor** Eduardo Lage | Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0093

Torricelli nasceu numa família muito pobre e sem possibilidades para investir na sua educação. No entanto, o tio de Torricelli era um monge Camaldulense e utilizou as suas influências junto da igreja para enviar Torricelli para Roma com o objetivo de este poder estudar no *Collegio della Sapienza*. Foi neste colégio que, sob a orientação de

Benedictine Benedetto Castelli (1578 – 1643), Torricelli teve contacto com os trabalhos de Galileu.
Torricelli foi inspirado pelos escritos de Galileu e escreveu o tratado de mecânica *De Motu* ("Sobre o Movimento"), que impressionou o próprio Galileu. Em 1641 Torricelli foi convidado para ir para Florença, onde apoiaria Galileu, o idoso astrónomo, como secretário e assistente ao longo dos últimos três meses de vida de Galileu. Torricelli foi então nomeado para o suceder como professor de matemática na Academia de Florença.
Dois anos depois, seguindo uma sugestão anteriormente dada por Galileu, encheu um tubo de vidro de 1,2 m de comprimento com mercúrio e inverteu o tubo num prato. Torricelli observou que parte do mercúrio não saía do tubo e que o espaço livre acima do mercúrio era vácuo. Torricelli tornou-se o primeiro homem a criar um vácuo sustentado. Após investigações adicionais, concluiu que a variação diária da altura da coluna de mercúrio era causada por alterações na pressão atmosférica. Torricelli nunca publicou as suas descobertas essencialmente porque se encontrava muito envolvido no estudo da matemática pura – incluindo os cálculos das curvas de cicloide, a curva geométrica descrita por um ponto na circunferência de um círculo que roda, sem escorregar, sobre uma recta. No seu *Opera Geometrica* (1644; "Obras geométricas"), Torricelli incluiu as suas descobertas sobre o movimento de fluidos e movimento de projéteis.

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Evangelista Torricelli, consultado em 05/09/2012;
2. S. Tan, Calculus: early transcendentals, Belmont, CA: Brooks/Cole Cengage, 2011, ISBN: 978-053-446554-4;
3. Museo Galileo: Evangelista Torricelli, consultado em 05/09/2012.



Galileo Galilei

1564 - 1642

Filósofo natural, astrónomo e matemático italiano que deu contributos fundamentais para o desenvolvimento do método científico, na astronomia e em estudos do movimento e resistência de materiais.

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Eduardo Lage

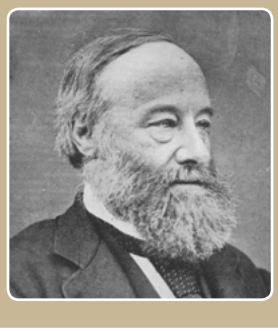
Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0094

O pai de Galileu era Vincenzio Galilei, um músico e teórico musical descendente de uma família florentina da área da medicina e administração pública. Galileu, o mais velho de sete irmãos, foi inicialmente educado em Pisa, porém, mais tarde foi enviado para uma escola no mosteiro de Santa Maria, em Vallombrosa. Em 1581, foi matriculado na Universidade de Pisa como estudante de medicina. No entanto, o seu interesse por medicina não era grande e acabou por ser atraído à matemática. Em 1585, Galileu deixou a universidade sem qualquer graduação e retornou a Florença, onde estudou, independentemente, Euclides e Arquimedes.
De 1585 a 1589, Galileo deu aulas particulares de matemática em Florença e lições públicas e privadas em Siena. Em 1589, por recomendação de Guidobaldo del Monte (1545 – 1607), Galileu ficou como professor da cadeira de matemática na Universidade de Pisa. A obra de Galilei *De motu* (Sobre o movimento) mostrou que este começava a abandonar as noções aristotélicas sobre movimento e adotava as abordagens de Arquimedes. Contudo, o seu posicionamento contra a abordagem aristotélica tornou-o impopular na Universidade e, em 1592, o seu contrato não foi renovado. No entanto, Galileu acabou por ser transferido para a Universidade de Pádua, ocupando o mesmo cargo, onde lecionou de 1592 a 1610.
Por volta de 1609, Galileu já havia determinado que a distância da queda de um corpo é proporcional ao quadrado do tempo decorrido (a lei dos corpos em queda) e que a trajetória de um projétil é parabólica, ambas as conclusões contradizendo a física aristotélica.
As observações astronómicas de Galileu fizeram com que este se inclinasse para a teoria de Copérnico e a sua postura perante a teoria viria, mais tarde, a causar-lhe problemas. Em 1613, escreveu uma carta ao seu discípulo Benedetto Castelli (1577 – 1644) sobre o problema do enquadramento da teoria de Copérnico com certas passagens bíblicas. Dois anos depois, a Inquisição considerou a teoria de Copérnico herética e Galileu teve, ao longo da sua vida, alguns problemas com esta instituição, sendo mesmo obrigado a rejeitar publicamente que a Terra se movesse em torno do Sol, uma rejeição imortalizada em diversas obras literárias e que simboliza o conflito entre as visões científica e dogmática.
No entanto, para lá das controvérsias com o poder religioso

vigente, Galileu é lembrado como um percursor do método científico, visto que não procurava responder aos problemas científicos com base nas visões dos filósofos antigos, mas sim responder às questões através da observação e da experimentação. A sua obra mais relevante foi o *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (vulgarmente conhecida como "Diálogo de dois mundos"), onde Galileu comparou o sistema copernicano com o sistema ptolemaico. Além disso, Galileu ficou conhecido pela criação do seu próprio telescópio, depois de ter tomado conhecimento que nos Países Baixos havia sido construído um instrumento de observação de objetos a grandes distâncias.

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Galileo, consultado em 05/09/2012;
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Galileo Galilei, consultado em 05/09/2012;
3. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Galileo, consultado em 05/09/2012.



James Prescott Joule

1818 - 1888

Físico inglês que estabeleceu que as diversas manifestações de energia – mecânica, elétrica e calor – são, na sua essência, a mesma coisa e podem ser transformadas umas nas outras. Desta forma, Joule foi o responsável pela formação das bases para a lei da conservação da energia, a primeira lei da termodinâmica.

Autor Daniel Ribeiro | **Editor** Eduardo Lage

Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0095

Joule descendia de uma família com passado rural, porém, o seu avô tinha-se tornado rico ao fundar uma cervejaria. James foi o segundo dos cinco filhos de Benjamim e Alice Prescott Joule. Juntamente com seu irmão mais velho, James recebeu, inicialmente, educação em casa. De 1834 a 1837, os dois irmãos tiveram aulas privadas de matemática elementar, filosofia natural, e algumas aulas de química, lecionadas por John Dalton, na época com cerca de setenta anos de idade.

Em 1840, Joule descreveu a sua lei no artigo "Sobre a produção de calor por eletricidade voltaica", indicando que o calor produzido por uma corrente elétrica num fio é proporcional ao produto da resistência do fio pelo quadrado da intensidade de corrente. Em 1843, publicou um estudo onde eram introduzidos melhoramentos à determinação do equivalente mecânico do calor, questão com a qual ocupou muitos anos da sua carreira de investigador. Ao utilizar diferentes materiais, estabeleceu também que o calor era uma manifestação de energia independente da substância que era aquecida, contribuindo, desta forma, para o descrédito da teoria do calórico.

Em 1852, Joule e William Thomson (mais tarde Lord Kelvin, 1824 – 1907) descobriram que, quando um gás se expande sem a realização de trabalho externo, a temperatura do gás diminui. Este efeito, conhecido como "efeito Joule-Thomson", foi utilizado para construir uma grande indústria de refrigeração, no século XIX. Em homenagem a Joule, o valor do equivalente mecânico do calor é, geralmente, representado pela letra J, e a unidade de energia do Sistema Internacional de Unidades é o joule.

A carreira científica de Joule apresenta dois períodos de caráter muito distinto. Durante a década de 1837-1847, teve uma atividade criativa poderosa que o levou ao reconhecimento da lei geral de conservação da energia e ao estabelecimento da natureza dinâmica do calor. Após a aceitação por parte do mundo científico das suas novas ideias e da sua eleição para a *Royal Society* (1850), desfrutou de uma posição de grande autoridade na crescente comunidade de cientistas.

Joule continuou por quase trinta anos uma série de engenhosas investigações experimentais; nenhuma deles, porém, foi comparável aos resultados da sua juventude. A sua insuficiente instrução em matemática não lhe permitia manter-se a par do rápido desenvolvimento da termodinâmica, para a qual deu importantes contributos. Em meados do século, a liderança na área da física passou para uma nova geração de físicos que possuía uma sólida formação matemática, absolutamente necessária para as novas ideias que surgiriam.

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: James Prescott Joule, consultado em 05/09/2012;
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Joule, James Prescott, consultado em 05/09/2012;
3. ECS Honors Physics: James Prescott Joule, consultado em 05/09/2012.

Michael Faraday

1791 - 1867

Físico e químico inglês cujas experiências contribuíram muito para a compreensão do eletromagnetismo.

Autor Daniel Ribeiro | **Editor** Eduardo Lage

Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0096

Faraday nasceu numa família pobre, da qual ele era o terceiro de quatro filhos. O seu pai era ferreiro, mas faleceu muito cedo (em 1809) ao passo que a sua mãe tornou-se a sustentação da família. Faraday recebeu apenas uma educação rudimentar, tendo praticamente sozinho aprendido a ler e a escrever. Começou a trabalhar bem cedo, com 14 anos, no serviço de entrega de jornais e como vendedor e encadernador de livros. Foi nesse emprego que Faraday teve oportunidade de ler muitos dos livros de que dispunha, ficando fascinado com a literatura de física e química.

A grande oportunidade de Faraday surgiu quando lhe foi oferecido um bilhete para assistir às palestras de química de Humphry Davy (1778 – 1829), na *Royal Institution* da Grã-Bretanha, em Londres. Faraday registou com cuidado as palestras de Davy e, posteriormente, enviou uma encadernação das suas anotações para Davy, juntamente com um pedido de emprego. Apesar de Davy não ter correspondido imediatamente ao pedido, um desentendimento posterior com um dos seus assistentes resultou no seu despedimento e posterior contratação de Faraday. Por vezes afirma-se com alguma ligeireza e comicidade que a maior descoberta de Davy foi, precisamente, Faraday.

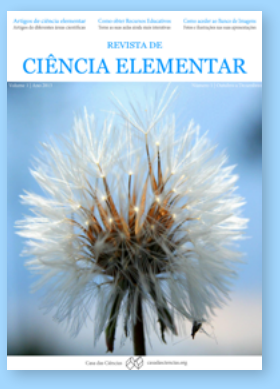
Faraday, que se tornou um dos maiores cientistas do século XIX, começou a sua carreira científica como químico. A sua reputação enquanto químico analítico levou-o, inclusive, a ser chamado a depor em julgamentos. Em 1820, sintetizou os primeiros compostos de carbono e cloro, C_2Cl_6 e C_2Cl_4. Em 1825, isolou e descreveu o benzeno. Na mesma década, também investigou ligas de aço, ajudando a estabelecer as bases para a metalurgia científica.

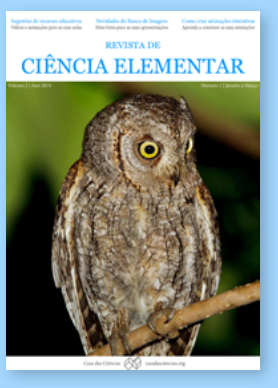
No entanto, as suas contribuições mais importantes foram na área da eletricidade e do magnetismo. Faraday descobriu a lei da indução eletromagnética, tendo sido o primeiro a produzir uma corrente elétrica a partir de um campo magnético variável no tempo, criou o primeiro motor elétrico e o primeiro dínamo, demonstrou a relação entre a energia elétrica e a ligação química, descobriu o efeito do magnetismo sobre a radiação (a rotação de Faraday do plano de polarização da luz) e descobriu o diamagnetismo – o comportamento peculiar de certos materiais submetidos a campos magnéticos intensos. Foi Faraday que providenciou a base experimental e uma boa parte da base teórica na qual James Clerk Maxwell (1831 – 1879) criou a teoria clássica do campo eletromagnético.

Faraday foi igualmente um grande divulgador científico, especialmente junto dos jovens. Um dos ciclos de palestras mais conhecidos e mais bem-sucedidos de Faraday foi "*A História Química de uma Vela*", onde discutiu uma série de atividades experimentais de forte caráter didático para o público geral. Em sua homenagem, a unidade de capacitância, no sistema SI, é designada por farad (símbolo F) e a constante de Faraday é a carga elétrica associada a uma mole de eletrões.

Referências

1. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Michael Faraday, consultado em 29/11/2012;
2. Complete Dictionary of Scientific Biography: Faraday, Michael, consultado em 29/11/2012;
3. Encyclopædia Britannica Online Academic Edition: Michael Faraday, consultado em 29/11/2012.

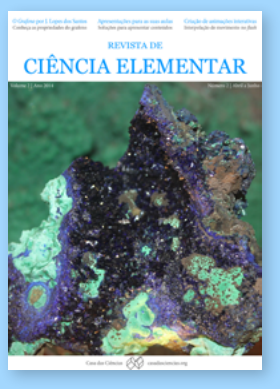




Seja o primeiro a receber cada número da Revista de Ciência Elementar.

Registe-se no portal Casa das Ciências e receba os novos números no seu email.

Vá a casadasciencias.org e efetue o seu registo.



Ciência elementar

Para acompanhar e compreender as últimas novidades de um mundo em constante evolução, convém não esquecer alguns conceitos básicos de Ciência. Selecionamos para si um conjunto de entradas das mais variadas áreas científicas que lhe permitirão adquirir ou atualizar conhecimentos.

Biologia

Ciclos de vida
Haplodiplonte - ciclo de vida
Haplonte - ciclo de vida

Física

Impulsão e Lei de Arquimedes
Equação de continuidade de um fluido em escoamento
Caudal

Matemática

Números complexos
Afixo de um número complexo
Argumento de um número complexo
Argumento positivo mínimo de um número complexo
Argumento principal de um número complexo

Química

Fissão nuclear
Fusão nuclear
Radiação gama
Partícula alfa
Partícula Beta
Contador de Geiger-Müller

Ciclos de vida

Autor Catarina Moreira | **Editor** José Feijó
Moreira, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0097

Ciclo de vida de um organismo é a sequência de acontecimentos da sua história reprodutiva desde a sua conceção até conseguir produzir a sua própria descendência. Os ciclos de vida de todos os organismos partilham algumas características:

- a **meiose**, que permite a formação de células haploides (*n*), contribuindo para a diversidade das espécies;
- a **fecundação**, correspondente à fusão dos gâmetas, repõe a diploidia (*2n*) no ciclo celular e contribui igualmente para a diversidade das espécies;
- as **células sexuais**, sempre haploides (*n*) que podem ser gâmetas;
- o **zigoto** ou **ovo**, célula diploide que resulta da fecundação e que marca o início de um novo ciclo de um novo organismo com reprodução sexuada;
- a **alternância de fases nucleares**, que podem ter durações variadas. Existe sempre uma fase haploide e uma fase diploide: a haplofase, tem início na meiose, com a formação das células sexuais haploides (com *n* cromossomas) e termina mesmo antes da fecundação; a diplofase, inicia-se com a fecundação, responsável pela passagem da fase haploide para a fase diploide, formando células diploides (com *2n* cromossomas) e termina com a meiose.

A grande diferença entre os ciclos de vida é o momento em que ocorre a meiose. Podem-se considerar três grupos consoante o momento da meiose: pré-gamética, pós-zigótica e pré-espórica.

- **meiose pré-gamética** – a meiose ocorre durante a produção dos gâmetas, que são as únicas células haploides. O ciclo correspondente diz-se diplonte.
- **meiose pós-zigótica** – a meiose ocorre logo após a formação do zigoto, sendo o zigoto a única estrutura diploide do ciclo, que se designa por haplonte.
- **meiose pré-espórica** – a meiose ocorre para a formação dos esporos, e só acontece em indivíduos com dois tipos de células sexuais (gâmetas e esporos). O ciclo de vida correspondente denomina-se haplodiplonte.

Os diferentes ciclos de vida

- Ciclo de vida diplonte:
  - » característico da maioria dos animais e de algumas algas;
  - » os gâmetas são as únicas células haploides;
  - » a meiose ocorre durante a formação dos gâmetas – pré-gamética;
  - » o zigoto diploide (2n) sofre mitoses consecutivas dando origem a um organismo pluricelular diplonte.

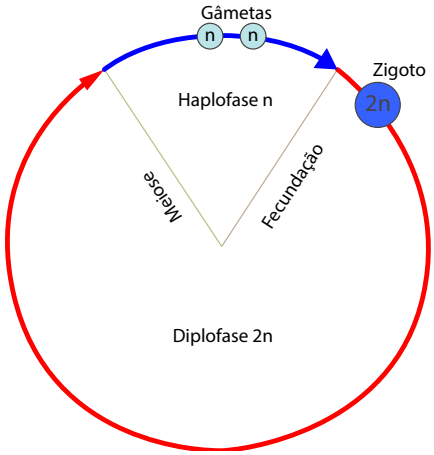


Figura 1 Ciclo de vida diplonte

- Ciclo de vida haplonte:
  - » característico da maioria dos fungos e de alguns protistas, incluindo algumas algas;
  - » a meiose ocorre após formação do zigoto diploide – meiose pós-zigótica – sendo este a única estrutura diploide do ciclo de vida do organismo;
  - » a meiose não produz gâmetas mas sim células haploides que se dividem por mitose formando um organismo adulto haplonte;
  - » os gâmetas são produzidos por mitose e não meiose.

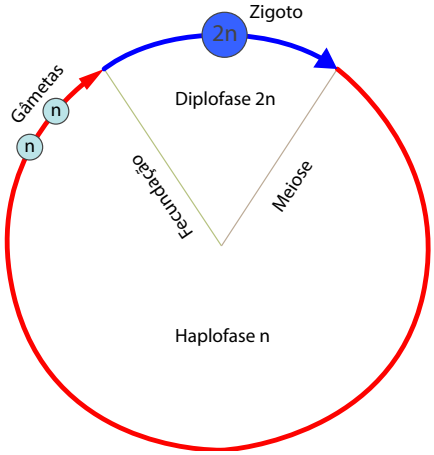


Figura 2 Ciclo de vida haplonte

- Ciclo de vida haplodiplonte:
  - » característico das plantas e algumas algas;
  - » inclui, ao contrário dos outros dois ciclos, estados pluricelulares diploides e haploides;
  - » a meiose ocorre para a formação de esporos (n);
  - » os organismos têm uma geração produtora de esporos – geração esporófita constituída pelo esporófito – e uma outra geração produtora de gâmetas – geração gametófita constituída pelo gametófito;
  - » a geração esporófita tem início no ovo ou zigoto (2n) que sofre mitoses consecutivas formando um organismo multicelular diploide – esporófito, que diferencia esporângios onde, por meiose se formam os esporos (n) terminando aqui; todas as células desta fase são diploides à excepção dos esporos;
  - » a geração gametófita inicia-se com os esporos que sofrem mitoses, originando um organismo multicelular haplonte – gametófito, que diferencia gametângios onde se formam gâmetas e termina no momento da fecundação em que se forma uma célula diploide; todas as células desta fase são haploides à excepção do zigoto resultante da fecundação.

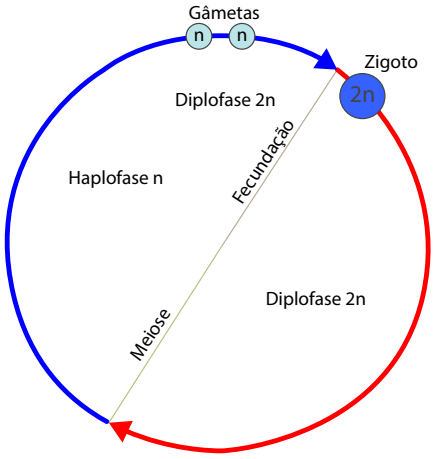


Figura 3 Ciclo de vida haplodiplonte

Haplodiplonte - ciclo de vida

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó
Moreira, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0098

O polipódio, conhecido vulgarmente como feto, é bastante comum em Portugal, habitando preferencialmente locais húmidos e escuros. Estas plantas possuem um sistema vascular formado por tecidos condutores. A planta adulta é formada por um caule subterrâneo (rizoma) e folhas pinuladas – **megáfilos**.

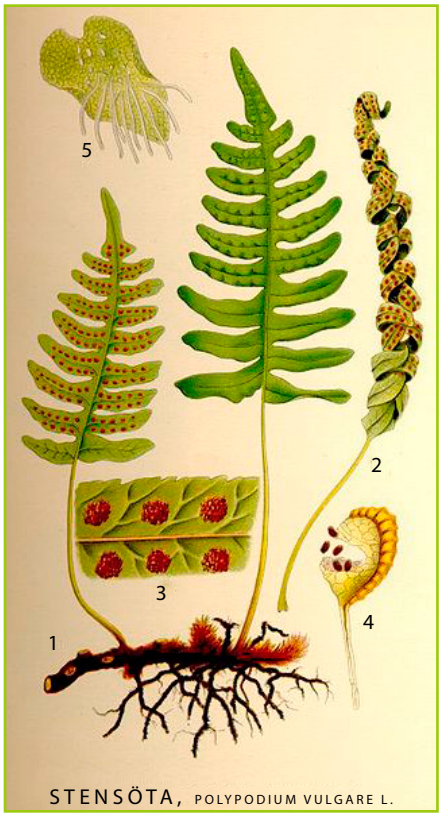


Figura 1 Esquema de um polipódio (*Polypodium vulgare*)[1].
1. Rizoma e raízes
2. Folha pinulada de um esporófito
3. Soros visíveis na página inferior de uma folha
4. Esporângio maduro a libertar esporos
5. Gametófito

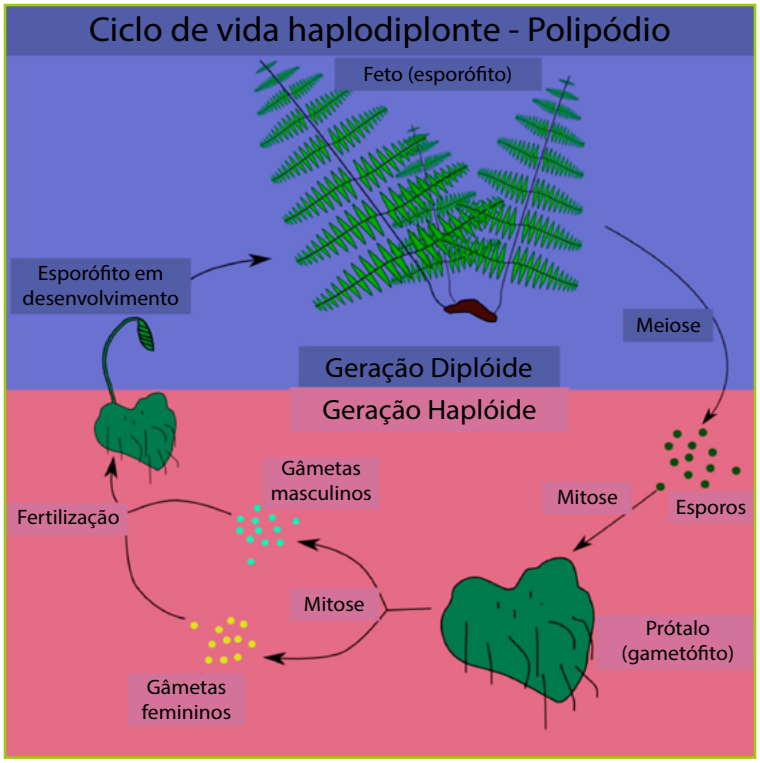
O polipódio reproduz-se assexuadamente por fragmentação vegetativa do rizoma e sexuadamente através da formação de esporos, uma vez que os fetos não produzem sementes.

Reprodução sexuada no polipódio

O polipódio é um ser haplodiplonte com fases haploide – **geração gametófita** – e diploide – **geração esporófita** – bem desenvolvidas.

Na época de reprodução, desenvolvem-se soros na páginas inferiores da folhas. Os soros são grupos de esporângios, estruturas de cor amarela, multicelulares que, quando jovens, contêm células-mãe de esporos. As **células-mãe de esporos** sofrem meiose e originam esporos (células haploides) – **meiose pré-espórica**. Após um período de maturação os esporos são disseminados, pelo vento e por animais, dispersando-se por grandes áreas. Ao encontrarem condições favoráveis, cada esporo germina e forma, por mitoses sucessivas, uma estrutura multicelular, fotossintética e de vida independente (planta adulta), o **protalo**. O protalo é uma estrutura haploide que funciona como gametófito onde se diferenciam estruturas pluricelulares, os **anterídios** – gametângios masculinos, e os **arquegónios** – gametângios femininos. Nos anterídios formam-se os gâmetas masculinos – **anterozoides**, que possuem flagelos permitindo que se desloquem na água para alcançarem o arquegónio onde se formam os gâmetas femininos – **oosferas**.

A fecundação é assim dependente da água para que os



anterozoides se desloquem, e ocorrerá no interior dos arquegónios, formando um zigoto diploide (2n) que, por mitoses sucessivas, origina um **esporófito** (planta adulta diplonte) que desenvolve raízes permitindo-lhe ser independente do gametófito.

Referências

1. Imagem de C.A.M. Lindman (http://runeberg.org/nordflor/499.html);
2. Adaptado de Jeffrey Finkelstein.

Recursos sugeridos

- Ciclo de vida de um feto, de Bio-DiTRL;
- Ciclo de vida da Cavalinha, de Bio-DiTRL;
- Feto - Ciclo de vida, de Ivy Livingstone.

Figura 2 Ciclo de vida haplodiplonte do polipódio[2]

Haplonte - ciclo de vida

Autor Catarina Moreira **Editor** José Feijó
Moreira, C. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0099

A espirogira é uma alga verde, filamentosa, que habita ambientes de água doce (figura 1). Estas algas podem-se reproduzir assexuada ou sexuadamente, dependendo das condições do meio. Em condições favoráveis, geralmente no inverno com maior abundância de água, os filamentos crescem e algumas porções soltam-se, por fragmentação, originando novos indivíduos independentes. Quando as condições são desfavoráveis, a espirogira reproduz-se sexuadamente.

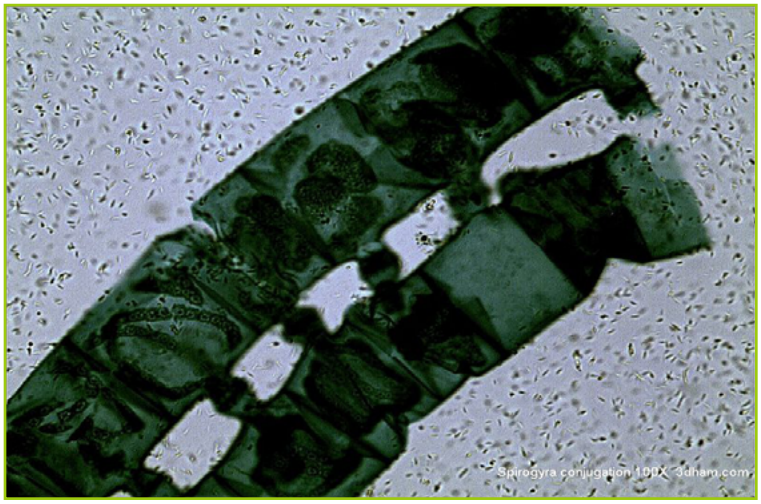


Figura 1 Tubo de conjugação entre duas células de dois filamentos de espirogira[1]

Detalhes da reprodução sexuada em espirogira

Para ocorrer reprodução sexuada em espirogira é necessário que dois filamentos estejam suficientemente próximos para que haja contacto entre as suas células. Cada uma das células desenvolve uma protuberância – a **papila** – que cresce na direção do filamento oposto, até se encontrarem as duas papilas. Quando se dá o contacto entre estes dois canais, a parede e membrana celulares de ambas desintegram-se, formando o **tubo de conjugação**, que permite a comunicação entre as duas células.

Numa das células dá-se a condensação do conteúdo celular – **célula dadora** – que irá migrar para a outra célula – **célula recetora** – através do tubo de conjugação (figura 1). O gâmeta dador é assim transferido para o interior da célula recetora, onde se encontra o gâmeta recetor (imóvel), ocorrendo a fecundação com a fusão dos citoplasmas e dos dois núcleos haploides, formando um zigoto diploide (figura 2).

Figura 2 Zigoto da espirogira.

Após a fecundação, os filamentos desagregam-se e o zigoto segrega uma parede espessa e impermeável que o rodeia, permitindo-lhe sobreviver em estado latente até as condições ambientais serem de novo favoráveis. Quando as condições são favoráveis o zigoto, em estado de latência, germina sofrendo uma meiose – **meiose pós-zigótica** – formando-se quatro núcleos haploides. Destes quatro núcleos, três degeneram; a célula restante por mitoses sucessivas originará um novo filamento de espirogira – ser **haplonte**.

Referências

1. Imagem de John Elson (http://www.3dham.com/microgallery/index.html);
2. Imagem de Keysotyo, Wikimedia Commons.

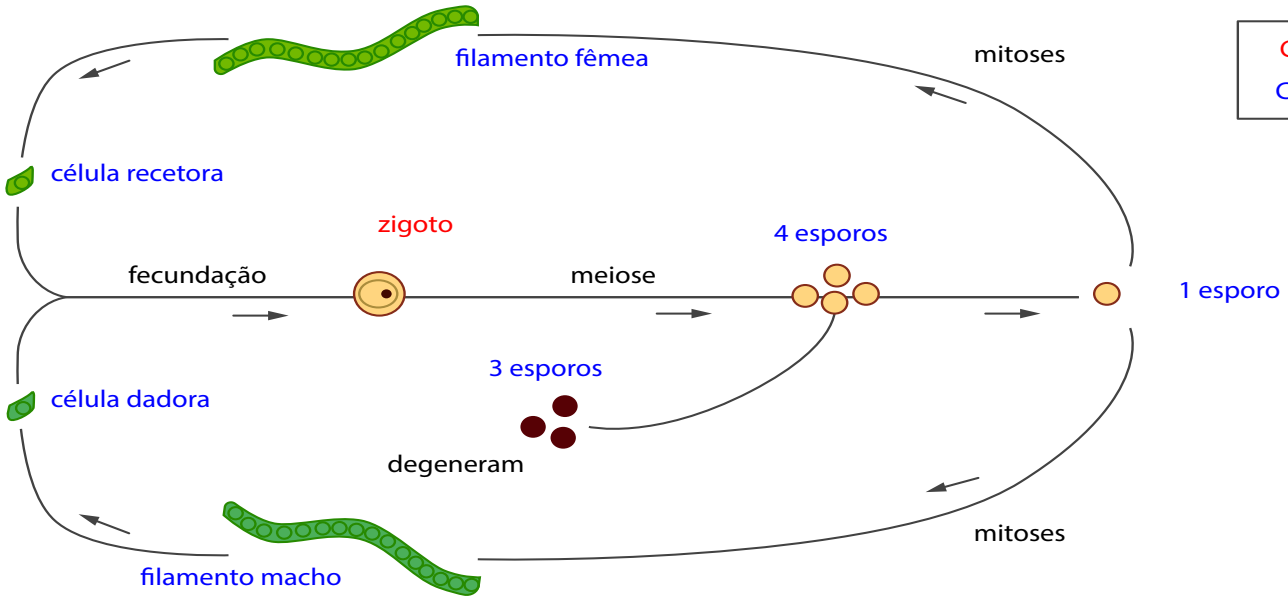


Figura 3 Ciclo de Vida da Espirogira

AULA ABERTA

As boas práticas educativas desenvolvidas em escolas secundárias e colégios de referência do país vão passar a ser divulgadas através do portal **Aula Aberta**, uma iniciativa da Sociedade Portuguesa de Matemática em colaboração com a Fundação Calouste Gulbenkian.

A ideia é "abrir as aulas" das escolas que apresentam, de um modo sistemático, excelentes resultados nacionais nas disciplinas de Matemática e de Português, dando a conhecer o modo como trabalham diariamente com as suas turmas.

Neste portal é possível consultar o material didático fornecido aos alunos, as fichas de trabalho e os trabalhos de casa, bem como gravações vídeo de aulas e entrevistas aprofundadas onde os professores e o diretor da escola refletem sobre o seu trabalho.

Toda esta informação está disponível online em regime aberto, permitindo que qualquer professor, independentemente da escola onde lecione, possa observar diretamente algumas das práticas educativas implementadas nessas escolas.

Este projeto pretende ser um ponto de partida útil para fomentar a partilha de informação e de experiências entre escolas, para estimular a comunicação entre professores e para enriquecer o debate sobre boas práticas no ensino.

OBSERVE AULAS EM ESCOLAS DE REFERÊNCIA

www.aula-aberta.pt

Impulsão e Lei de Arquimedes

Autor Miguel Ferreira **Editor** Joaquim Agostinho Moreira
Ferreira, M. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0100

A **impulsão** é a resultante das forças de pressão exercidas sobre um corpo total ou parcialmente imerso num fluido.

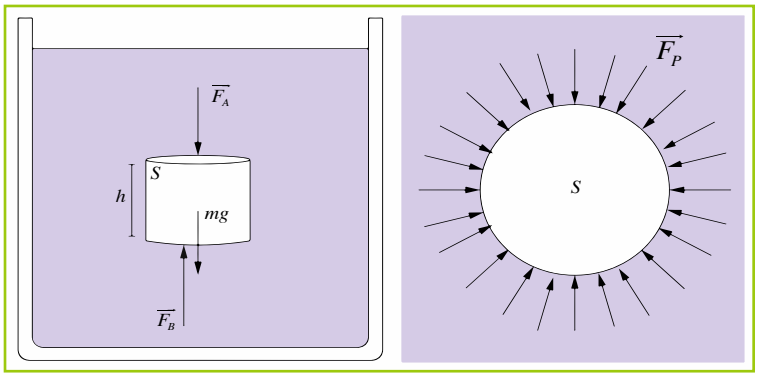


Figura 1 À esquerda: um corpo cilídrico, de secção reta constante, encontra-se totalmente imerso num líquido; por simplicidade, admite-se que as bases do cilindro são horizontais. As setas verticais representam as forças de pressão que actuam na direção vertical; note-se que a força de pressão que atua na base inferior tem módulo superior á que atua na base superior. À direita: corte transversal do cilindro por um plano horizontal. As setas representam as forças de pressão que atuam na superfície lateral do cilindro. Em todos os pontos do corte representado, uma vez que se encontram à mesma profundidade, as forças de pressão $\vec{F_p}$ têm a mesma intensidade. Estas forças têm resultante nula e, por isso, não contribuem para a dinâmica do corpo.

Consideremos um corpo cilíndrico, de massa m, secção recta constante S e altura h, totalmente imerso num fluido incompressível, de densidade ρ, como se representa na figura acima (esquerda). Segundo a direção vertical, o corpo está sujeito a forças de pressão na base superior e inferior. Segundo a direção horizontal, a força de pressão aplicada à superfície lateral do corpo tem resultante nula. Sendo assim, a resultante de todas as forças de pressão que atuam no corpo só tem componente vertical:

$$\vec{I} = \vec{F_A} + \vec{F_B},$$

em que a distância vertical entre o ponto A e B corresponde ao comprimento do corpo. Considerando positivo o sentido de baixo para cima, o módulo da resultante das forças de pressão é:

$$I = -F_A + F_B.$$

Usando a Lei Fundamental da Hidrostática:

$$-\frac{F_A}{S} + \frac{F_B}{S} = \rho g h,$$

obtemos a intensidade da impulsão que actua no corpo:

$$I = \rho g h S = \rho g V$$

em que V é o volume do corpo. Se o corpo flutuar, o volume a considerar é o da parte do corpo que está imersa no fluido. A equação anterior expressa matematicamente a **Lei de Arquimedes**:

"Todo o corpo mergulhado num fluido recebe, da parte deste, uma impulsão vertical de baixo para cima e de intensidade igual ao valor do peso da coluna de fluido deslocado pelo corpo."

Flutuação

Consideremos agora um sistema corpo-fluido num campo gravitacional. O corpo, de massa m, volume V e densidade ρ_{corpo} está totalmente imerso no fluido de densidade ρ_{fluido}. O corpo está sujeito apenas a duas forças: o peso e a impulsão.

- O corpo afunda-se se o peso for maior que a impulsão:

$$P > I \Leftrightarrow mg > \rho_{fluido} gV \Leftrightarrow \rho_{corpo} gV > \rho_{fluido} gV \Leftrightarrow$$
$$\rho_{corpo} > \rho_{fluido};$$

- O corpo fica em equilíbrio no seio do fluido se a impulsão for igual ao peso:

$$P = I \Leftrightarrow \rho_{corpo} gV = \rho_{fluido} gV \Leftrightarrow$$
$$\rho_{corpo} > \rho_{fluido};$$

- O corpo flutua quando a força de impulsão é maior do que o peso. Nesse caso, o corpo, inicialmente imerso no líquido, é acelerado no sentido da superfície do fluido (esta aceleração não é uniforme, devido à acção da força de viscosidade do fluido, que dependende da velocidade com que o corpo se desloca). Na superfície livre do líquido, o corpo atinge o equilíbrio mecânico quando a parte imersa do seu volume V_i é tal que:

$$I_i = P \Leftrightarrow \rho_{fluido} V_i = \rho_{corpo} V$$

Como $V_i < V$, para que a igualdade se mantenha tem que ser verdade que:

$$\rho_{fluido} > \rho_{corpo}.$$

Recursos sugeridos

- Atividade Eureka, de Rui Charneca;
- Impulsão e Lei de Arquimedes, de Dina Clemente;
- Princípio de Arquimedes, deWalter Fendt;
- Ludião, de Wolfgang Bauer.

Equação de Continuidade de um Fluido em Escoamento

Autor Miguel Ferreira **Editor** Joaquim Agostinho Moreira Ferreira, M. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0101

A **equação de continuidade** é uma consequência da aplicação da **conservação da massa** no caso do escoamento de um fluido incompressível.

Consideremos que um fluido incompressível (de densidade ρ) se move num tubo rígido, de secção variável. A massa de fluido (Δm_1) que atravessa uma secção reta S_1 no intervalo de tempo Δt é dada pela expressão:

$$\Delta m_1 = \rho S_1 v_1 \Delta t = \rho Q_1 \Delta t \,,$$

em que v_1 é a componente da velocidade do fluido que é perpendicular à secção reta S_1. Reparemos que $Q_1 = S_1 v_1$ é o caudal volumétrico.

No mesmo intervalo de tempo, a quantidade de massa (Δm_2) que atravessa outra secção reta S_2 do tubo é:

$$\Delta m_2 = \rho S_2 v_2 \Delta t = \rho Q_2 \Delta t \,,$$

com v_2 a representar a componente da velocidade de fluido perpendicular a S_2. reparemos que v_1 e v_2 têm o mesmo sentido.

Admitindo que não há fontes nem sorvedouros de fluido no tubo e lembrando que o fluido é incompressível, toda a massa que atravessa a secção S_1 num dado intervalo de tempo vai ter que atravessar, no mesmo intervalo de tempo, a secção S_2, pelo que:

$$\Delta m_1 = \Delta m_2 \Leftrightarrow Q_1 = Q_2 \,.$$

A última expressão constitui a formulação matemática da **equação de continuidade**.

Como S_1 e S_2 são duas secção retas arbitrárias, conclui-se que o caudal, medido em qualquer secção de um tubo num dado intervalo de tempo, é constante.

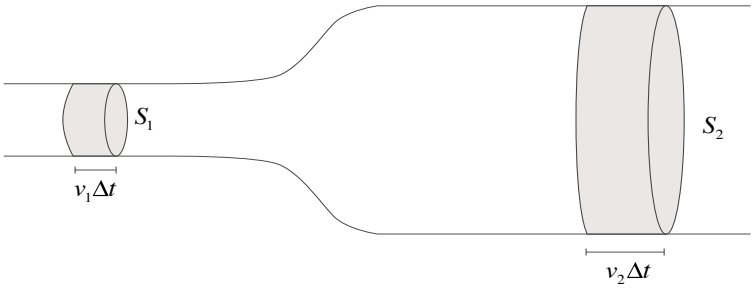


Figura 1 Representação esquemática de um tubo com secção reta variável. O volume de fluido que atravessa cada uma das secções retas é dado pela multiplicação da secção reta pela altura do cilindro $v\Delta t$.

Caudal

Autor Miguel Ferreira **Editor** Joaquim Agostinho Moreira Ferreira, M. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0102

O caudal volumétrico (Q) é a quantidade de volume de um fluido que atravessa uma determinada área por unidade de tempo. Designa-se caudal mássico (Q_m) à massa que atravessa por unidade de tempo uma dada área.

Num fluido incompressível, de densidade ρ, o caudal mássico é dado pelo produto da densidade do fluido pelo caudal:

$$Q_m = \rho Q \,.$$

Cálculo do Caudal num regime de escoamento laminar

No que se segue, consideraremos um fluido em escoamento laminar ao longo de uma conduta e uma superfície plana, de área A. Na vizinhança da superfície plana considerada, a velocidade do fluido é $\vec{v}$ e faz um ângulo θ com a normal à superfície. Consideremos ainda um intervalo de tempo Δt. O volume de fluido que atravessa a superfície no intervalo de tempo Δt é:

$$\Delta V = |\vec{v}|\, cos(\theta) A \Delta t \,.$$

Por definição, o caudal volumétrico é dado pela expressão:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = |\vec{v}|\, cos(\theta) A \,.$$

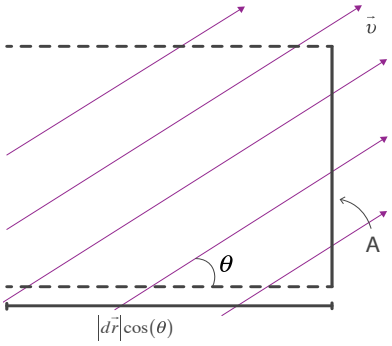


Figura 1 Representação das linhas de corrente de um fluido laminar a atravessar uma secção reta de área **A**.

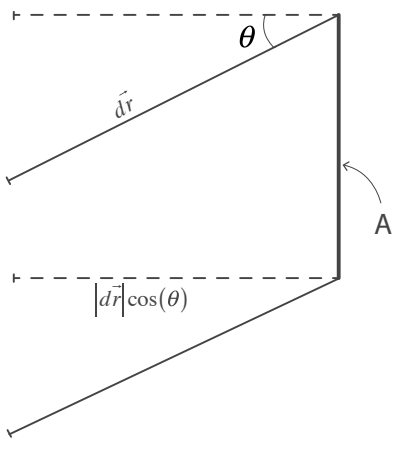


Figura 2 A área contida no paralelogramo de lado $d\vec{r}$ é a mesma que no retângulo de lado $|d\vec{r}|\cos(\theta)$. Usando o retângulo pode tratar-se com mais facilidade o problema.

Números complexos

Autor Adelaide Carreira **Editor** José Francisco Rodrigues Carreira, A. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0103

A toda a expressão da forma $x + iy$ em que x e y são números reais e i é a unidade imaginária chama-se número complexo.
Ao número real x chama-se parte real do número complexo $z = x + iy$ e escreve-se $Re(z) = x$.
Ao número real y chama-se parte imaginária do número complexo $z = x + iy$ e escreve-se $Im(z) = y$.
Denomina-se representação algébrica ou forma algébrica de um número complexo z à sua expressão em função da sua parte real e da sua parte imaginária,

$$z = Re(z) + iIm(z) = x + iy.$$

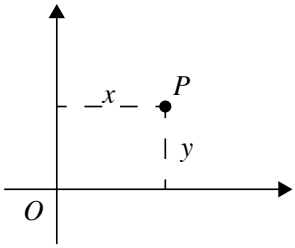
O conjunto dos números complexos é geralmente notado por $\mathbb{C}$, isto é, $\mathbb{C} = \{z = x + iy : x, y \in \mathbb{R}\}$.

Nota
Pode-se estabelecer uma correspondência bijetiva entre $\mathbb{C}$ e $\mathbb{R}^2$, fazendo corresponder a cada número complexo $z = x + iy$ o par ordenado (x,y).

Afixo de um número complexo

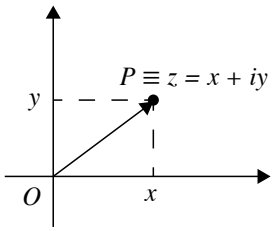
Autor Filipe Ramos **Editor** José Francisco Rodrigues Ramos, F. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0104

Afixo de um número complexo $z = x + iy$, $x,y \in \mathbb{R}$, é o ponto P do plano cujas coordenadas cartesianas são (x,y).
Geometricamente:

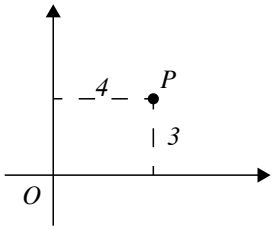


O número complexo z em questão pode, assim, ser representado pelo vetor do plano de coordenadas (x,y).

Nota
É usual identificar $z = x + iy$ com P e dizer que z pode ser representado pelo vetor $\overrightarrow{OP}$.



Exemplo
O afixo do número complexo $z = 4 + 3i$ é o ponto P de coordenadas $(4,3)$
Geometricamente:



Argumento de um número complexo

Autor Filipe Ramos **Editor** José Francisco Rodrigues Ramos, F. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0105

Argumento de um número complexo não nulo, $z = x + iy$, com x,y números reais não simultaneamente nulos, é qualquer número real θ tal que

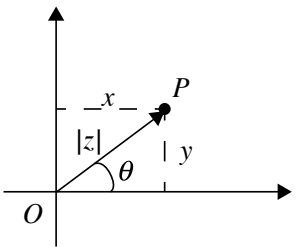
$$\cos\theta = \frac{x}{|z|} \quad \text{e} \quad \sin\theta = \frac{y}{|z|},$$

onde

$$|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

é o módulo do número complexo z. Escreve-se habitualmente $\theta = arg(z)$.

Geometricamente:



Onde θ é a amplitude do ângulo, medida em radianos, de vértice na origem, O, cujo lado origem é o semi-eixo real positivo e o lado extremidade é a semi-reta $\dot{O}P$ em que P

é o afixo de z.

Nota

Decorre da definição anterior que para cada número complexo z não existe um argumento univocamente determinado pois, se $\theta = arg(z)$, também, $\theta + 2k\pi = arg(z)$ para qualquer número inteiro k.

O número complexo $z = 0$ tem argumento indeterminado, pois qualquer número real θ pode ser um argumento para $z = 0$.

Exemplo

O complexo $z = 1-i$, tem por exemplo, os argumentos

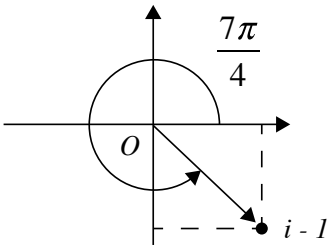
$$\theta_1 = \frac{7\pi}{4},\ \theta_2 = -\frac{\pi}{4},\ \theta_3 = \frac{15\pi}{4},$$

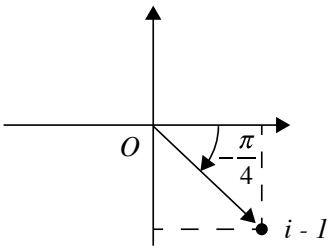
ou genericamente

$$\theta = \frac{7\pi}{4} + 2k\pi,$$

onde k é qualquer número inteiro.

Geometricamente:





Argumento positivo mínimo de um número complexo

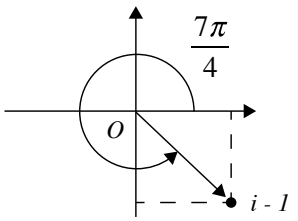
Autor Filipe Ramos | **Editor** José Francisco Rodrigues | Ramos, F. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0106

Designa-se por argumento positivo mínimo de um número complexo z (não nulo) o seu argumento que pertence ao intervalo $[0,2\pi[$.

Exemplo

O argumento positivo de $z = 1 - i$ é $\theta = \frac{7\pi}{4}$.

Geometricamente:



Argumento principal de um número complexo

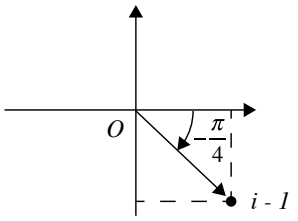
Autor Filipe Ramos | **Editor** José Francisco Rodrigues | Ramos, F. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0107

Designa-se por argumento principal de um número complexo z (não nulo) o seu argumento que pertence ao intervalo $]-\pi,\pi]$.

Exemplo

O argumento principal de $z = 1 - i$ é $\theta = -\frac{\pi}{4}$.

Geometricamente:



As entradas seguintes apresentam as referências indicadas ao lado:

- Afixo de um número complexo
- Argumento de um número complexo
- Argumento positivo mínimo de um número complexo
- Argumento principal de um número complexo

Referências

1. Carreira,A. Nápoles,S.(1998) -Variável Complexa: Teoria Elementar e Exercícios Resolvidos.McGraw-Hill, ISBN:972-8298-69-2.

2. Marsden,J.E., Hoffman,J.M. (1998) - Basic Complex Analysis,3ª edição,.W.H. Freeman and Company. ISBN-10: 0-7167-2877-X.

3. Silva,J.S. (1975) - Compêndio de Matemática, 1º Volume (2º TOMO), Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação e Cultura.

Fissão nuclear

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Jorge Gonçalves
Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0108

A **fissão** (ou cisão) **nuclear** consiste numa reação em que um núcleo pesado (de Ar > 200[1]) é dividido em duas ou mais partes com massas da mesma ordem de grandeza, habitualmente acompanhadas pela emissão de neutrões, radiação gama e, raramente, pequenos fragmentos nucleares eletricamente carregados.[2]

Indiretamente, a história da fissão nuclear remonta ao ano de 1932, quando James Chadwick (1891 – 1974) descobre o neutrão. Esta partícula eletricamente neutra está na base do mecanismo de reação em cadeia da fissão nuclear. Foi somente em 1938 que o fenómeno de fissão foi observado. Otto Hahn (1879 – 1968) e Fritz Strassmann (1902 – 1980) dispararam neutrões contra núcleos de urânio com o objetivo de produzir um núcleo mais pesado.[3] Contudo, verificaram a formação de elementos com cerca de metade da massa do urânio. Este facto intrigou os investigadores visto que estava, de certa maneira, a ser observado um núcleo a partir-se em dois. Apenas em 1942 é que Enrico Fermi (1901 – 1954) verificou que a cisão dos núcleos de urânio libertava neutrões que iniciavam outras fissões, originando assim uma reação em cadeia, autossustentável.

A aparente facilidade de execução de uma fissão nuclear deve-se, essencialmente, à partícula eletricamente neutra que a desencadeia, o neutrão. Devido à ausência de carga elétrica, esta partícula não está sujeita ao campo elétrico provocado pelo núcleo carregado positivamente[4] e, por isso, pode aproximar-se muito mais facilmente do núcleo do que um protão.

A reação de fissão nuclear mais conhecida é a da cisão do núcleo de urânio-235. Este núcleo pode ser cindido em diferentes isótopos, sendo uma divisão possível representada pela seguinte equação

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{142}_{56}Ba + ^{91}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + 200\ MeV$$

Note-se que a libertação de energia neste processo está expressa em MeV/átomo em vez de kJ/mol, o que evidencia a enorme diferença entre as ordens de grandeza das energias envolvidas nas reações químicas e nas nucleares. Por exemplo, a combustão do gás propano debita 2220 J por cada mole de gás (3,60 x 10^{-21} J/molécula de propano) que reage enquanto a anterior reação de fissão nuclear debita 19,3 x 10^{12} J por cada mole de átomos de urânio-235 (3,20 x 10^{-11} J/átomo = 200 MeV/átomo).‡

A escrita de equações que traduzem reações de fissão nucleares (tal como as de fusão nuclear) obedece a duas regras específicas[4]:

- **Regra Z** – A soma dos números atómicos, Z, das partículas reagentes é igual à soma dos números atómicos dos produtos de reação;
- **Regra A** – A soma dos números de massa, A, das partículas reagentes é igual à soma dos números de massa dos produtos da reação.

Quando um neutrão com suficiente energia cinética choca com um núcleo de urânio-235 ocorre a cisão do núcleo. Este processo liberta novos neutrões que poderão embater noutros núcleos de urânio-235 e provocar cisões idênticas ou até mesmo novas fissões nucleares. Este fenómeno é designado por fissão nuclear em cadeia (ver figura 1).

O fenómeno de fissão nuclear foi utilizado como parte fundamental do projeto Manhattan (projeto que conduziu à elaboração da bomba atómica). Atualmente, a cisão nuclear é utilizada para a obtenção de energia em reatores nucleares. Um dos países que mais investe na obtenção de energia nuclear é a França, com 70%[3] do seu abastecimento proveniente dessa fonte de energia. Os reatores de fissão são bastante eficientes na produção de energia, mas geram lixo radioativo resultante dos núcleos pesados formados na fissão e nos processos metalúrgicos de extração do urânio do seu minério natural.

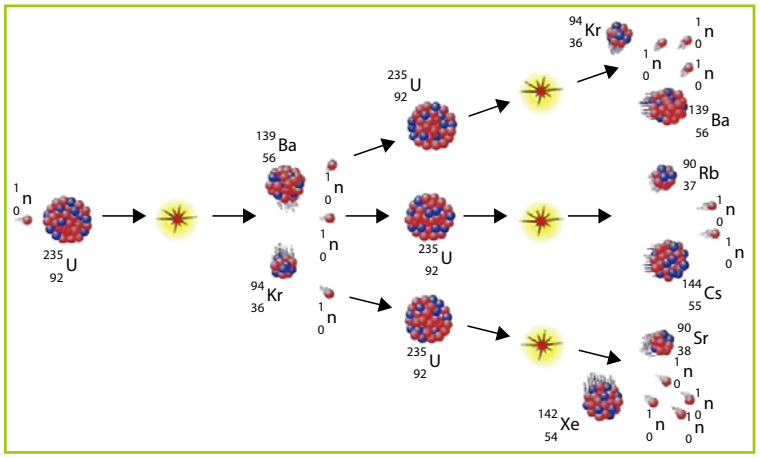


Figura 1 Esquema de uma reação em cadeia de fissão nuclear. (Adaptado de [1])

‡ Como 1 eV = 1,6022 x 10^{-19} J, 1 MeV/átomo corresponde a 9,65 x 10^{7} kJ/mol.[5]

Referências

1. C. Corrêa, F. P. Basto, N. Almeida, Química, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, ISBN: 978-972-0-42248-4;
2. IUPAC Gold Book: Nuclear fusion reaction, consultado em 08/12/2011;
3. J. Baker, 50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, ISBN: 978-972-20-4707-4;
4. A. Das, T. Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, 2nd edition, New Jersey: World Scientific, 2003, ISBN: 981-238-744-7;
5. NIST electron volt-joule relationship, consultado em 08/12/2011.

Fusão nuclear

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Jorge Gonçalves
Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0109

A **fusão nuclear** consiste na reação entre dois núcleos atómicos leves que resulta na produção de uma espécie nuclear mais pesada do que os núcleos atómicos iniciais.[1] Aquando da compressão de dois núcleos de hidrogénio, por exemplo, eles podem fundir-se formando um núcleo de hélio, libertando uma gigantesca quantidade de energia ao longo do processo. Com sucessivas reações de fusão nuclear, todos os elementos químicos conhecidos podem ser sintetizados a partir do hidrogénio.

O legado dos fenómenos de fusão nuclear remonta a 1920 quando o astrónomo Sir Arthur Eddington (1882 – 1944) propõe a ocorrência de fusões nucleares nos seus modelos estelares. Contudo, apenas nos anos 30 é que a fusão nuclear é verificada experimentalmente.[2] Em 1932, a fusão de isótopos de hidrogénio é conseguida em laboratório e em 1939 o físico nuclear Hans Bethe (1906 – 2005) descreve os processos de fusão nuclear existentes nas estrelas (nucleossíntese estelar).

A fusão nuclear é um fenómeno incrivelmente difícil de ser provocado, exigindo temperaturas da ordem de muitos milhares de graus Celsius. No entanto, quando alcançado, liberta muito mais energia do que a que consome. A energia gigantesca necessária para ativar o processo de fusão nuclear deve-se, essencialmente, à barreira de forças electroestáticas entre os núcleos (carregados positivamente).

Uma das mais importantes cadeias de reações de fusão nuclear ocorre no Sol e estrelas idênticas que utilizam como "combustível" o seu hidrogénio produzindo hélio (ver figura 1). As equações que descrevem o processo exposto na figura 1 podem também ser escritas[3]

$$ {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{2}_{1}H + e^{+} + \nu + 0{,}42\ MeV $$

$$ {}^{1}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + \gamma + 5{,}49\ MeV $$

$$ {}^{3}_{2}He + {}^{3}_{2}He \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{1}H + 12{,}86\ MeV $$

em que ${}^{1}_{1}H$ é um protão, ${}^{2}_{1}H$ é o deutério, e^{+} é um positrão (ou eletrão positivo), ν é um neutrino (que não possui nem número atómico nem número de massa), ${}^{3}_{2}He$ é o hélio-3, γ é um fotão gama e ${}^{4}_{2}He$ é o isótopo mais estável do hélio (também denominado de partícula alfa).

Note-se que a libertação de energia neste processo está expressa em MeV/átomo em vez de kJ/mol, o que evidencia a enorme diferença entre as ordens de grandeza das energias envolvidas nas reações químicas e nas nucleares. Por exemplo, a combustão do gás propano debita 2220 J por cada mole de gás (3,60 x 10^{-21} J/molécula de propano) que reage, enquanto a anterior reação de fusão nuclear entre dois núcleos de hélio-3, com a formação de um núcleo de hélio-4 e dois protões, debita 110 x 10^{12} J por cada mole de átomos de hélio-4 formado (18 x 10^{-11} J/átomo = 12,86 MeV/átomo).‡

A escrita de equações que traduzem reações de fusão nucleares (tal como as de fissão nuclear) obedece a duas regras específicas[5]:

- **Regra Z** – A soma dos números atómicos, Z, das partículas reagentes é igual à soma dos números atómicos dos produtos de reação;
- **Regra A** – A soma dos números de massa, A, das partículas reagentes é igual à soma dos números de massa dos produtos da reação.

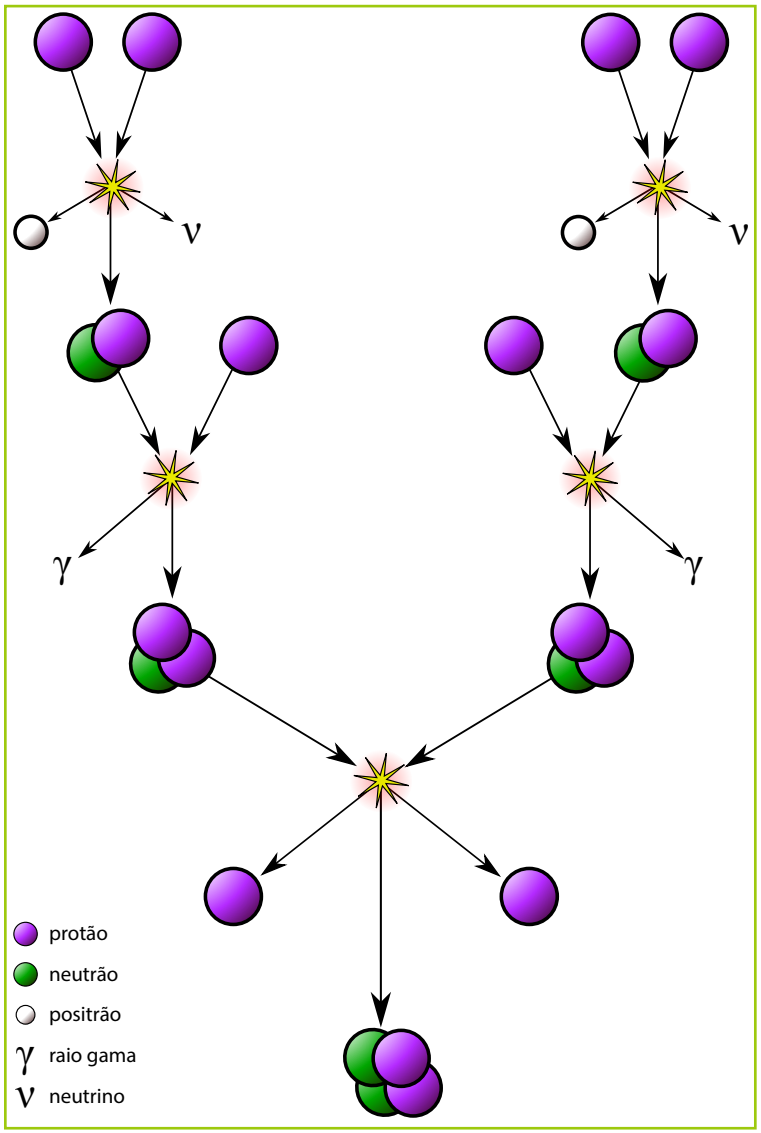


Figura 1 Cadeia de reações nucleares protão-protão. (Adaptado de [4])

A mais importante e desejada aplicação da fusão nuclear reside na construção de reatores termonucleares de fusão.

Todavia, apesar do gigantesco esforço mundial, a fusão nuclear controlada ainda não foi atingida. Embora algumas reações nucleares de fusão já tenham sido realizadas em condições laboratoriais, tais como[3]

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + n + 17{,}6\ MeV$$

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + n + 3{,}2\ MeV$$

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{1}H + ^{1}_{1}H + 4{,}0\ MeV$$

A principal dificuldade na obtenção de energia a partir da fusão nuclear reside no problema da contenção do material combustível a temperaturas bastante elevadas (suficientemente elevadas para ser possível suplantar a barreira electroestática) durante um intervalo de tempo considerável.[3] Uma equipa internacional de cientistas está a colaborar na construção de um reator de fusão chamado *International Thermonuclear Experimental Reactor* (ITER), que irá testar a viabilidade comercial da utilização da fusão nuclear.[2] Contudo, ainda há muito trabalho a ser realizado antes da energia proveniente da fusão nuclear poder ser comercializada.

‡ Como 1 eV = 1,6022 x 10^{-19} J, 1 MeV/átomo corresponde a 9,65 x 10^{7} kJ/mol.[6]

Referências

1. IUPAC Gold Book: Nuclear fusion reaction, consultado em 08/12/2011;
2. J. Baker, 50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, ISBN: 978-972-20-4707-4;
3. A. Das, T. Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, 2nd edition, New Jersey: World Scientific, 2003, ISBN: 981-238-744-7;
4. Wikimedia Commons: Fusion in the Sun, consultado em 08/12/2011;
5. C. Corrêa, F. P. Basto, N. Almeida, Química, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, ISBN: 978-972-0-42248-4;
6. NIST electron volt-joule relationship, consultado em 08/12/2011.

Radiação gama

Autor Luis Spencer Lima **Editor** Jorge Gonçalves

Spencer Lima, L.(2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0110

Os raios γ (gama) são um tipo de radiação electromagnética produzida em processos de decaimento nuclear. São altamente energéticos devido à sua elevada frequência e, consequentemente, baixo comprimento de onda. Geralmente, a frequência dos raios γ situa-se acima de 10^{19} Hz, o que implica comprimentos de onda abaixo de 10^{-12} m e energias acima de 0,1 MeV (a energia da radiação visível oscila entre 1 e 4 eV, cerca de 50 000 vezes menor).

Inicialmente, era usual distinguir a radiação γ dos raios-X pela sua energia (os raios-X eram menos energéticos). No entanto, atualmente a distinção já não é efetuada desta forma, pois consegue-se produzir raios-X mais energéticos do que muitos raios γ (como nos aparelhos médicos de radiografia). A distinção entre estes tipos de radiação eletromagnética é efetuada através da sua proveniência: os raios-X são produzidos por excitação dos eletrões de camadas atómicas interiores para níveis energéticos mais elevados e posterior regresso ao estado fundamental (libertação de energia sob a forma de raios-X), enquanto a radiação γ provém do núcleo atómico, pois após a emissão de partículas α ou β é frequente o núcleo ficar com um excesso de energia, que é libertada sob a forma de radiação γ (os raios γ também podem ser formados pela reação anti-matéria entre um eletrão e um positrão e pelo efeito Compton inverso).

Os raios γ foram descobertos em 1900 pelo físico e químico francês Paul Villard quando estudava a radiação emitida por uma amostra de rádio. A radiação emitida incidia numa placa fotográfica protegida por uma fina camada de chumbo, suficiente para travar o avanço das partículas α. Villard mostrou que a radiação que atravessava a camada de chumbo era de dois tipos diferentes. Um era deflectido quando submetido a um campo magnético, identificado como a radiação β, descoberta um ano antes pelo físico e químico neo-zelandês Ernest Rutherford. No entanto, o segundo tipo de radiação não sofria qualquer tipo de deflexão, pelo que não deveria ter carga elétrica associada. Além disso, a radiação desconhecida tinha um poder penetrante muito superior à radiação α e β e que Villard não conseguiu identificar. Efetivamente, foi Rutherford, no seguimento da descoberta de Villard, que identificou a radiação como o terceiro tipo de radiação decorrente do decaimento radioativo e designou-a, em 1903, por radiação γ.

Tal como referido, a radiação γ é, dos três tipos de radiação resultante do decaimento nuclear (α, β e γ), a que tem o maior poder penetrante. Embora seja a que tem o menor poder ionizante, o seu elevado poder penetrante faz da radiação γ a mais perigosa para o ser humano. Enquanto as radiações α e β são travadas, geralmente, pela superfície da pele, a radiação γ consegue penetrar e, até, atravessar o corpo, causando danos a nível celular por onde passa, o que pode conduzir a uma maior incidência de cancro. O seu poder ionizante advém de três tipos de interação que pode ter com a matéria: efeito fotoelétrico, efeito Compton e produção de um par eletrão-positrão. A radiação γ pode ser classificada em termos energéticos como de baixa e média energia (alguns keV a 30 MeV) e de alta e muito alta energia

(30 MeV a 100 GeV). As radiações γ com energias entre 3 e 10 MeV são as mais perigosas a nível biológico, uma vez que o corpo é relativamente "transparente" à radiação γ de energia mais elevada.
Apesar do nível de perigosidade, a radiação γ tem bastantes aplicações.

- É utilizada para esterilizar equipamento médico e alimentos pois mata todos os organismos vivos.
- Em medicina é utilizada no tratamento de certos tipos de cancro (mata as células cancerosas) e, também, em diagnósticos (é administrada ao doente uma pequena quantidade de um radionuclídeo, em geral tecnécio-99, ^{99}Tc, emissor de radiação γ).
- São utilizados emissores gama em "scanners" de forma a detectarem o conteúdo de veículos de transporte de mercadorias (ver figura 1) ou de contentores em portos marítimos. Os radionuclídeos utilizados são, geralmente, o cobalto-60 (60Co) e o césio-135 (135Cs).[1]

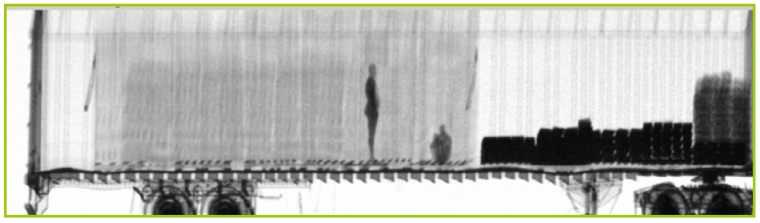


Figura 1 Imagem do conteúdo de um contentor num camião pelo sistema VACIS (Vehicle and Container Imaging System), um scanner de raios γ, nos EUA.

A título de curiosidade, a personagem de banda desenhada Hulk, criada pelo escritor de banda desenhada norte-americano Stan Lee, representa um monstro no qual o cientista Bruce Banner se transforma, sendo que essa transformação se deve ao facto de Bruce ter sido exposto a elevadas doses de radiação γ.

Referências

1. Wikipedia(en): Cargo scanning, consultado em 22/01/2010.

Partícula alfa

Autor Luis Spencer Lima **Editor** Jorge Gonçalves
Spencer Lima, L. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0111

Uma partícula α (alfa) é constituída por um agregado de dois protões e dois neutrões e resulta do decaimento radioactivo de elementos com núcleos instáveis. Dada a presença de 2 protões e ausência de eletrões, as partículas α têm carga total +2. A sua composição é idêntica à do núcleo de hélio (2 protões + 2 neutrões), pelo que é frequentemente designada como tal e representada como $^{4}_{2}He^{2+}$. Tem uma massa de 6,644 656 20(33) x 10^{-27} kg ou 4,001 506 179 127(62) u (unidades de massa atómica).[1] A energia cinética da maioria das partículas α emitidas varia entre 3 e 7 MeV (mega eletrões-volt).
As partículas α são, normalmente, emitidas pelos elementos radioativos mais pesados. O elemento mais leve que se conhece capaz de decaimento nuclear por emissão de partículas α é o telúrio (Z = 52), mais concretamente os seus isótopos com números de massa 106 e 110. Após a formação e emissão de uma partícula α, o elemento resultante encontra-se, frequentemente, num estado excitado. Esse excesso de energia é libertado sob a forma de radiação γ (gama). Como as partículas α têm 2 protões e 2 neutrões, o átomo do elemento que emita uma partícula α vê diminuído o seu número de massa em 4 unidades e o seu número atómico em 2 unidades. Tal facto resulta na formação de um novo elemento. Por exemplo, o isótopo 238 de urânio após um decaimento α, resulta na formação do isótopo 234 de tório, de acordo com a equação nuclear seguinte:

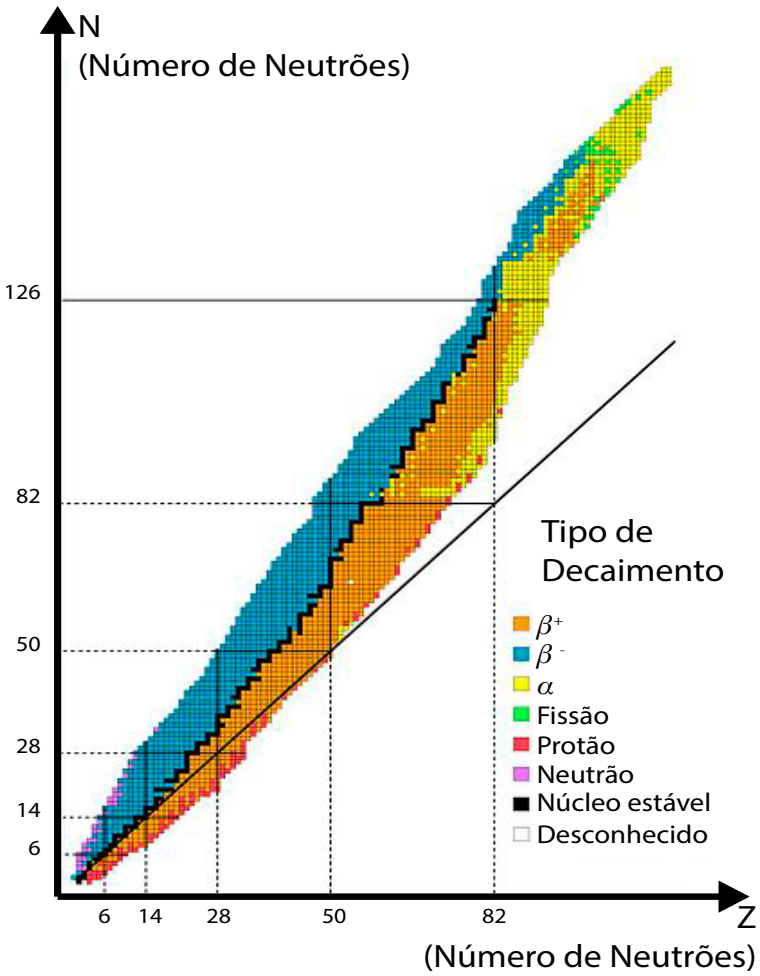


Figura 1 Relação entre o número de neutrões e protões num núcleo para os diferentes tipos de decaimento radioactivo.

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{234}_{90}\mathrm{Th}$$

O decaimento radioactivo com formação de partículas α acontece nos elementos onde a razão entre o número de neutrões e o número de protões é inferior à de um núcleo estável (ver figura 1). O decaimento α contribui para o aumento dessa razão. No exemplo indicado, cada átomo de urânio tem 92 p + 146 n (p = protões; n = neutrões), o que dá um quociente de 146/92 = 1,587, e cada átomo de tório resultante tem 90 p + 144 n, o que eleva o quociente n/p para 144/90 = 1,600.

Foi Ernest Rutherford, físico e químico neozelandês que viveu nos séculos XIX e XX, quem, em 1899, designou por α a radiação com menor poder penetrante mas altamente ionizante emitida pelos elementos radioactivos tório e urânio. De facto, uma simples folha de papel ou a superfície da pele humana são suficientes para impedir a progressão de uma partícula α. A descoberta destas partículas, contribuiu para a descoberta da estrutura do átomo por Rutherford, com a colaboração dos seus alunos Hans Geiger (físico alemão) e Ernest Marsden (físico inglês/neo-zelandês). Ao incidir um pequeno feixe de radiação α numa folha de ouro com apenas algumas centenas de átomos de espessura, Rutherford provou a existência do núcleo atómico e que a teoria do "pudim de passas" de Joseph Thomson estava errada.

O decaimento radioativo por emissão de partículas α é uma fonte segura de energia usada nos geradores termoelétricos de radioisótopos, utilizados em sondas espaciais e "pacemakers". Apesar do seu poder altamente ionizante, e, portanto, muito perigoso para os tecidos humanos em caso de contacto directo, as partículas α podem ser facilmente travadas dado o seu baixo poder penetrante. Assim, as partículas α emitidas pelo decaimento radioativo do plutónio-238, por exemplo, requerem uma barreira de chumbo com apenas 2,5 mm de espessura para serem totalmente absorvidas. Apesar de perigoso, o seu poder ionizante destrutivo pode ter benefícios, pois está a ser desenvolvida e testada uma técnica de radioterapia onde uma pequena quantidade de radiação α é direcionada para um tumor, de forma a destruir o tecido canceroso e prevenir possíveis danos nos tecidos saudáveis à sua volta.[2]

Referências

1. Atomic and nuclear constants, consultado em 10/12/2010
2. W.A. Volkert, T.J. Hoffman, Chem. Rev. 99 (1999) 2269-2292.

Partícula beta

Autor Luis Spencer Lima **Editor** Jorge Gonçalves Spencer Lima, L. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0112

As partículas β (beta) são eletrões ou positrões de elevada energia cinética emitidos pelos núcleos de certos elementos radioativos (radionuclídeos). A formação de partículas β pelos radionuclídeos denomina-se decaimento β. Quando o decaimento β se processa por emissão de um eletrão, então a partícula β tem carga -1 e representa-se por β^-. Quando o decaimento β se processa por emissão de um positrão (que é a anti-matéria do electrão, também designado por anti-electrão), a partícula β tem carga positiva e representa-se por β^+.

A formação de partículas β^- dá-se em radionuclídeos com largo excesso de neutrões, onde um neutrão (n) é convertido num protão (p), num eletrão (partícula β^-) e num antineutrino ($\overline{\upsilon_e}$, partícula neutra e anti-matéria do neutrino), de acordo com a equação seguinte:

$$n \longrightarrow p^+ + \beta^- + \overline{\nu_e}$$

Desta forma, diminui-se a razão entre o número de neutrões e o número de protões, ao mesmo tempo que é emitido um eletrão a partir do núcleo atómico. O césio-137 ($^{137}_{55}\mathrm{Cs}$) ou o carbono-14 ($^{14}_{6}\mathrm{C}$) são exemplos de elementos radioativos por emissão β -.

As partículas β^+, estas formam-se em radionuclídeos onde a razão entre o número de neutrões e o número de protões é inferior à estável (deficiência de neutrões), pelo que há necessidade de conversão de um protão num neutrão e onde se verifica a emissão de um positrão (β^+) e de um neutrino (ν_e, partícula neutra). A reação que traduz o fenómeno pode ser representada pela equação

$$p^+ \longrightarrow n + \beta^+ + \nu_e$$

Contudo esta reação requer energia, pois forma-se um neutrão cuja massa é superior à do protão. O carbono-11 ($^{11}_{6}\mathrm{C}$), azoto-13 ($^{13}_{7}\mathrm{N}$) ou oxigénio-15 ($^{15}_{8}\mathrm{O}$) são exemplos de elementos radioativos por emissão de positrões.

Foi Ernest Rutherford, físico e químico neo-zelandês que viveu nos séculos XIX e XX, quem, em 1899, descobriu e designou por α e β as radiações emitidas pelos elementos radioativos tório e urânio, na sequência dos estudos iniciados pelo físico francês Henri Becquerel, que descobriu a radioatividade, juntamente com a sua aluna polaca Marie Curie, e do marido desta, Pierre Curie. Rutherford distinguiu as duas radiações pelo poder penetrante e ionizante, tendo verificado que parte da radiação tinha um poder penetrante muito baixo e era altamente ionizante (fluxo de partículas α) e que a restante tinha um poder penetrante cerca de 100

vezes maior, embora fosse menos ionizante, cujas partículas designou como β.

As partículas β podem ser utilizadas no tratamento de doenças tais como o cancro do olho ou o cancro do osso, e são, também, utilizadas como marcadores radioactivos. A nível clínico, o estrôncio-90 ($^{90}_{38}Sr$) é o radionuclídeo mais utilizado na produção de partículas β^-. A técnica Tomografia por Emissão de Positrões (conhecida como PET) utiliza, como o nome indica, radionuclídeos que decaem por emissão de positrões, tais como os indicados anteriormente, embora o mais comum seja o flúor-18 ($^{18}_{9}F$).

As partículas β podem, ainda, ser utilizadas no controlo de qualidade de um processo industrial, nomeadamente na monitorização da espessura de um determinado material. Por exemplo, no processo de fabrico de papel, as partículas β são utilizadas na monitorização da espessura do papel produzido, pois parte da radiação é absorvida enquanto a restante atravessa o material. Se a espessura do papel for demasiado baixa ou elevada, a quantidade de radiação absorvida é significativamente diferente e os detetores transmitem esta diferença a um computador que monitoriza a qualidade do produto, o que faz com que este atue no processo de fabrico de forma a aumentar ou diminuir a espessura do produto (conforma a necessidade) e, assim, atingir o valor pretendido.

Contador de Geiger - Müller

Autor Daniel Ribeiro **Editor** Jorge Gonçalves
Ribeiro, D. (2014), Revista de Ciência Elementar, 2(04):0113

Um **contador de Geiger-Müller**, por vezes referido como contador de Geiger, é um aparelho utilizado para detetar diferentes tipos de radiações ionizantes.

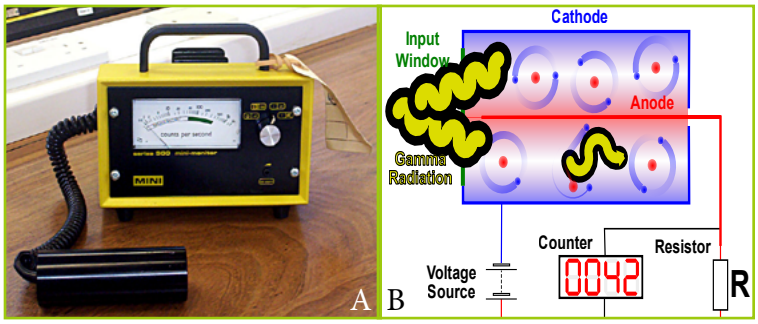


Figura 1 A: Contador de Geiger-Müller.[3]; B: Esquema de um Contador de Geiger-Müller.[4]

O contador de Geiger-Müller foi desenvolvido, inicialmente, em 1908, pelo físico alemão Hans Geiger (1882 – 1945) e pelo físico nuclear Ernest Rutherford (1871 –1937).[1] No entanto, o contador desenvolvido por Geiger detetava apenas partículas alfa. O aluno de doutoramento de Geiger, o físico alemão Walther Müller (1905 – 1979) juntou-se no vasto trabalho de aperfeiçoamento do contador de Geiger, conseguindo, em 1928, produzir um aparelho que detetava diversas radiações ionizantes.[1]

O contador de Geiger-Müller (figura 1B) é constituído por:

- Um tubo de Geiger-Müller
- Um sistema de amplificação de sinal
- Um sistema de registo de sinal

O tubo de Geiger-Müller, cujo esquema se apresenta, consiste num tubo metálico (que funciona como cátodo) cheio com um gás inerte (hélio ou árgon, por exemplo) a pressão reduzida e um fio central (que funciona como ânodo). Entre os dois elétrodos é estabelecida uma diferença de potencial bastante elevada.[2]

Quando uma radiação ionizante passa através do tubo, algumas das moléculas de gás de enchimento são ionizadas, originando catiões e eletrões. O forte campo elétrico criado pelos elétrodos acelera os iões para o cátodo e os eletrões para o ânodo. Ao longo desse trajeto, as partículas adquirem energia suficiente para ionizar moléculas adicionais de gás.

Isto resulta num impulso intenso de corrente elétrica que pode ser medido e contado. A maioria dos detectores inclui um amplificador de áudio, que produz um estalido na descarga. O número de impulsos por segundo mede a intensidade do campo de radiação.[2]

Embora útil, barato e robusto, um contador de Geiger-Müller não mede a energia das radiações; só deteta a presença e mede a intensidade da radiação (número de partículas detectadas num intervalo de tempo). O contador de Geiger-Müller tem aplicações nas áreas de física nuclear, geofísica, terapias médicas com isótopos e radiografias.

Referências

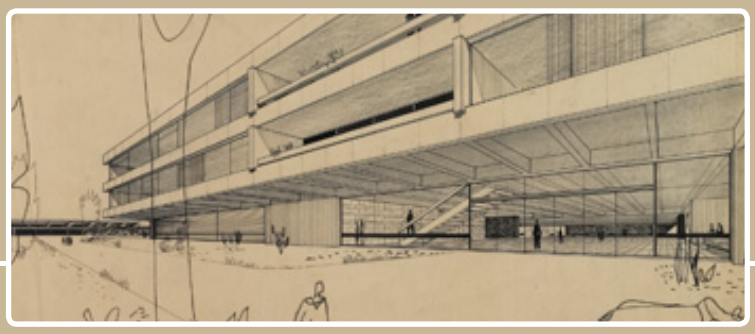
1. C. Iliffe, An introduction to nuclear reactor theory, Manchester Greater Manchester Dover, N.H., USA: Manchester University Press, 1984, ISBN: 978-0-719-00953-2.

2. L. Campbell, Atoms and waves, London Boston: Routledge & K. Paul, 1975, ISBN: 978-0-710-07740-0.

3. Wikimedia Commons: Geiger counter, consultado em 28/11/2012.

4. Wikimedia Commons: Geiger Mueller Counter with Circuit, consultado em 28/11/2012.

FUNDAÇÃO
CALOUSTE GULBENKIAN
QUALIFICAÇÃO DAS NOVAS GERAÇÕES



Apresentação de Projetos Inovadores no Ensino Superior

14 de janeiro de 2015
Auditório 3 da Fundação Calouste Gulbenkian

15H – Abertura

Eduardo Marçal Grilo – Administrador da Fundação Calouste Gulbenkian

Fernando Seabra Santos – Universidade de Coimbra

15.45H – Apresentação de Projetos

Moderação: **Manuel Camelo Rosa** – Diretor do Programa Gulbenkian Qualificação das Novas Gerações

LLM (Master of Laws) "Law in a European and Global Context" 2009-2010
Luís Barreto Xavier – Católica Global School of Law (Universidade Católica Portuguesa)

Arte e Ciência do Vidro – Um Projeto de Educação Interdisciplinar
António Pires de Matos – Unidade de Investigação "Vidro e Cerâmica para as Artes", VICARTE - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Experiment@Portugal
Maria Teresa Restivo – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Alberto Cardoso – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Metodologia de Ensino Interativo para Engenharia
Teresa Vazão - Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa
António Ferraz – Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa

Criação de um Centro de Simulação de Competências Científicas Laboratoriais (CSCCL)
Manuel João Costa – Escola de Ciências da Saúde da Universidade do Minho

Educação pela Ciência – Promoção da Investigação Científica na Educação Médica Pré-Graduada
João Ferreira – Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa

17.45H – Encerramento

Recursos educativos

Para que as suas aulas sejam ainda mais ricas e interativas, sugerimos um conjunto de recursos que nos parecem úteis e que podem ser descarregados gratuitamente a partir do portal da Casa das Ciências. Estes recursos foram validados científica e pedagogicamente e são apenas um pequeno exemplo da grande variedade de Recursos Educativos Digitais que pode encontrar no nosso portal.

1.º ciclo

A massa dos objetos

Descrição: Aplicação que simula 2 tipos de balanças diferentes (balança de pratos e balança de escala) e permite determinar a massa de diferentes objetos.
Tema: A massa dos objetos
Autor: Casa das Ciências

1.º ciclo

Lugar ao sal

Descrição: Aplicação interativa que ajuda o aluno a obter um conhecimento mais profundo do sal como substância química vital para a vida de muitos seres vivos.
Tema: O sal
Autor: Maria Magalhães

2.º ciclo

Plano de emergência individual

Descrição: Apresentação em *powerpoint* e guia de exploração sobre prevenção e segurança durante a ocorrência de uma catástrofe natural.
Tema: Segurança
Autor: Maria Rebelo

3.º ciclo

Vulcões - o lado positivo

Descrição: Apresentação em *powerpoint* e guia de exploração que procura motivar para o estudo dos vulcões, apresentando aspetos positivos relacionados com a atividade vulcânica.
Tema: Vulcanismo
Autor: Filomena Rebelo

3.º ciclo

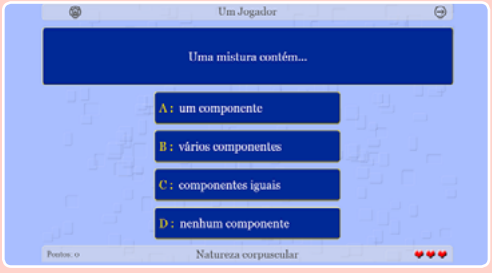
Enchimento de recipientes

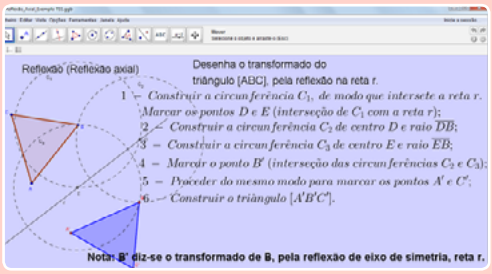
Descrição: Apresentação em *powerpoint* que tem como objetivo a interpretação da variação de uma função representada por um gráfico.
Tema: Gráfico de funções
Autor: Isabel Pereira

3.º ciclo

Natureza corpuscular da matéria

Descrição: Jogo pedagógico com questões sobre a natureza corpuscular da matéria, útil para a consolidação de conhecimentos e para revisão de conceitos.
Tema: Natureza corpuscular da matéria
Autor: Alice Bertolo





Reflexão axial

Descrição: Aplicação interativa que permite construir figuras geométricas e executar transformações, com recurso à régua e ao compasso.
Tema: Isometrias do plano
Autor: Carlos Constante

3.º ciclo

Lançamento vertical e queda

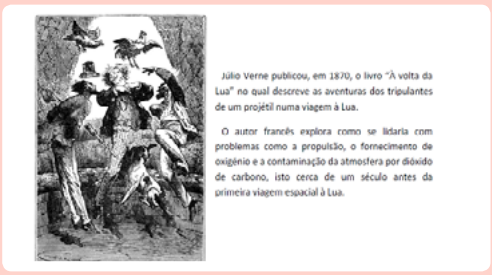
Descrição: Simulação realizada no programa Modellus 4.01 que permite estudar o lançamento vertical e queda de um corpo.
Tema: Forças, Movimentos e Energia
Autor: Albino Pinto e Carlos Saraiva

10.º ano

Rendimento no aquecimento

Descrição: Protocolo experimental baseado na utilização de calculadoras TI, e que permite estudar o rendimento durante o aquecimento de uma amostra.
Tema: Rendimento
Autor: Fernanda Neri

10.º ano



Química à volta da Lua

Descrição: Atividade em que se exploram alguns conceitos de Química no contexto do livro de Júlio Verne "À volta da Lua".
Tema: - -
Autor: Carla Ribeiro

11.º ano

Cell spotting

Descrição: Projeto de investigação na área da biologia celular e molecular que pretende envolver os cidadãos na análise de fotografias tiradas a células tumorais.
Tema: - -
Autor: António Monteiro

11.º ano

Transdução de sinais

Descrição: Apresentação onde se abordam processos celulares, fisiológicos e patológicos bem como as técnicas de biologia celular.
Tema: Genética
Autor: Luis Sousa

12.º ano

TENHO UMA PERGUNTA...
E TALVEZ TENHA A RESPOSTA!

UM LIVRO SOBRE
EVOLUÇÃO

Faça o *download* gratuito do livro.

Clique sobre esta página ou vá a casadasciencias.org para descarregar gratuitamente.

Fotos nas apresentações

Comece hoje mesmo a produzir apresentações ou páginas *web* com imagens de grande valor científico e didático, com a garantia de qualidade da Casa das Ciências e licença *Creative Commons*. Aceda a imagem.casadasciencias.org ou clique nas imagens para as descarregar a partir do Banco de Imagens.

Banco de Imagens da Casa das Ciências

Bidoeiro
Rubim Silva

Cotula coronopifolia L.
Rubim Silva

Morrião-das-areias
Miguel Sousa

Linária
Rubim Silva

Inflorescência de coentros
Rubim Silva

Resina
Rubim Silva

Procambarus clarkii
Rubim Silva

Escaravelho
Paulo Talhadas dos Santos

Invasão de um ecossistema lagunar
Rubim Silva

Plantas infestantes
Rubim Silva

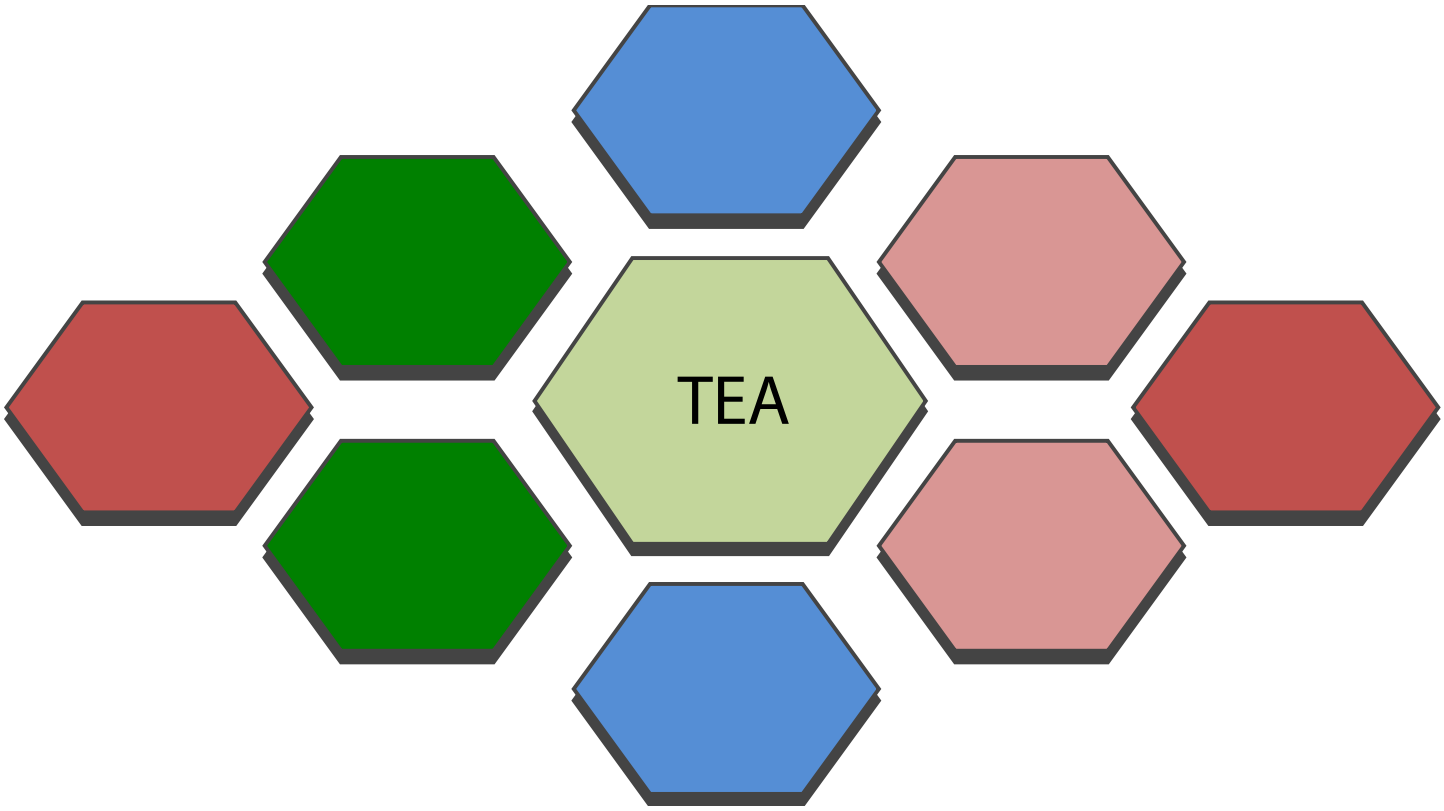
Fraturas em calcário
Maria Pinto

Cone vulcânico de piroclastos
Paulo Talhadas dos Santos

Cruziana
Raquel Antunes

Knightia eocaena
Miguel Sousa

Vale do Zêzere
Miguel Sousa



Projeto TEA

Tablets no Ensino e na Aprendizagem

A sala de aula Gulbenkian

Entender o presente, preparar o futuro

O *Projeto TEA*: Tablets *no Ensino e na Aprendizagem* é uma iniciativa da Fundação Calouste Gulbenkian que tem por subtítulo "A sala de aula Gulbenkian: entender o presente, preparar o futuro". Este subtítulo encerra, como se verá adiante, muito do que é e do que enforma o projeto. Trata-se de um projeto a dois anos, que decorre no presente ano letivo (2014-2015) e no próximo (2015-2016), desenvolvendo-se em duas turmas – uma de 7.º ano e outra de 10.º ano – da Escola Secundária Eça de Queirós, nos Olivais, em Lisboa. Envolve os professores de todas as disciplinas.

O que é o *Projeto TEA*?

José Moura Carvalho

O objetivo central do projeto é a obtenção de dados que permitam uma compreensão tão cabal quanto possível das seguintes três questões:

- De que formas se apropriam alunos e professores de uma turma de 3.º ciclo do Ensino Básico e outra do Ensino Secundário de *tablets* que lhes são fornecidos para uso pessoal contínuo?
- Que implicações tem essa utilização contínua sobre o ensino e a aprendizagem?
- Perante diferentes oportunidades de desenvolvimento profissional, quais são as que cada professor escolhe, passa a incluir no seu repertório metodológico e a utilizar na sua prática letiva?

Para tal, está montado um dispositivo de avaliação, que possibilitará a recolha e análise de dados conducentes a um entendimento (i) do perfil dos professores e dos alunos que participam no estudo; (ii) dos conhecimentos e competências adquiridos pelos professores no âmbito da formação que lhes foi fornecida; (iii) das eventuais mudanças na atitude de professores e alunos relativamente à utilização de *tablets* no ensino e na aprendizagem, tendo como base a definição de perfis em i) e ii); (iv) de eventuais melhorias nos resultados de aprendizagem ao longo da experiência, tendo como base testes diagnósticos administrados no início de cada ano letivo; (v) das alterações, e, se as houver, de que tipo, das práticas de ensino dos professores implicados no projeto; (vi) da aquisição de competências digitais e pedagógicas acrescidas por parte dos professores e (vii) da aquisição e/ou aprofundamento de competências para o século XXI por parte dos alunos.

O estudo incluirá, no seu repertório metodológico, inquéritos por questionário em linha (a intervalos regulares), entrevistas a alunos, professores, Diretora da

Figura 1 De que formas se apropriam alunos e professores de uma turma de 3.º ciclo do Ensino Básico e outra do Ensino Secundário de tablets que lhes são fornecidos para uso pessoal contínuo?

Escola e pais/encarregados de educação, observação e gravação de aulas, recolha de resultados dos alunos das turmas envolvidas (testes diagnóstico, testes formativos, testes sumativos, outras avaliações que sejam feitas pelos professores, classificações nos diferentes períodos letivos e no final de cada ano letivo), recolha de amostras dos produtos elaborados pelos alunos. Espera-se que esta recolha conduza à identificação de temas recorrentes, que virão a constituir-se em matriz temática.
Uma rede alargada de parceiros assegura graciosamente as diferentes vertentes infraestruturais do projeto, a saber:

- Equipamentos: Microsoft e JP Sá Couto;
- Acesso à Internet: Fundação PT;
- Ecrãs táteis e plataforma colaborativa: Promethean;
- Calculadoras gráficas: Texas Instruments;
- Manuais escolares digitais e recursos digitais de apoio: Porto Editora, Leya e Santillana;
- Recursos educativos digitais: Casa das Ciências, Fundação PT (recursos da Khan Academy em português), RTP Ensina, 3DVinci.

Todos estes parceiros asseguram, além do que está referido acima, formação dos professores, de caráter técnico-pedagógico, e um apoio continuado quer a professores quer a alunos, o que traduz o seu empenhamento em que o projeto seja um sucesso.

Uma rede alargada de parceiros assegura graciosamente as diferentes vertentes infraestruturais do projeto (...)

O projeto TEA é, verdadeiramente, uma oportunidade de ensaiar pedagogias 1:1, já que tanto professores e alunos levam para casa e trazem para a escola os respetivos *tablets*. Isto implica não apenas que todos têm a possibilidade de se apropriarem destes dispositivos móveis para atividades de ensino e de aprendizagem, mas também que têm a oportunidade de os usar para se organizarem do ponto de vista pessoal e profissional, utilizando, para tal, ferramentas, serviços, apps que os apoiem e lhes sejam úteis.
São conhecidos os falhanços de muitas iniciativas cujo objetivo era a introdução de tecnologias digitais – computadores, portáteis, *tablets*, *smartphones*, quadros interativos, etc. – nas escolas, um pouco por todo o mundo. A algumas delas faltou uma componente de formação pedagógica e de desenvolvimento profissional, sem a qual é difícil que os professores tenham uma ideia clara de como tirar partido da utilização das tecnologias digitais para que os seus alunos aprendam mais e melhor. Noutras, esteve omissa a disponibilização de recursos educativos digitais, o que impediu uma utilização profícua dos equipamentos. Noutras ainda, não foi assegurado um acompanhamento contínuo, regular, de todo o processo.

O projeto TEA é, verdadeiramente, uma oportunidade de ensaiar pedagogias 1:1, já que tanto professores e alunos levam para casa e trazem para a escola os respetivos tablets.

Deve aprender-se, pois, com as iniciativas que tiveram sucesso, replicando boas práticas, mas também com aquelas que não tiveram tanto êxito. Por isso, leva-se, no projeto TEA, em conta os estudos que têm sido levados a cabo e publicados sobre esta matéria e as observações e recomendações para futuras iniciativas que contêm. O projeto estrutura-se, por isso, em quatro vertentes:

- Aquisição e disponibilização de *tablets* a professores e alunos, bem como de soluções de gestão dos equipamentos em sala de aula;
- Formação e desenvolvimento profissional dos professores;
- Criação de uma comunidade de prática, que permita a partilha de práticas, desafios que se colocam durante a pilotagem dos dispositivos e o apoio continuado, quer através das respostas entre pares quer por parte de quem organiza e fornece formação;
- Criação de sinergias com outras entidades que também estão a desenvolver projetos na área.

A formação dos professores implicados no projeto desenvolve-se em oito eixos, que se constituem em tantos outros módulos de formação: (a) Conceção de Histórias de Aprendizagem e de Atividades de Aprendizagem, o legado do projeto iTEC (*Innovative Technologies for an Engaging Classroom*; itec.eun.org); Competências para o Século XXI; (c) Conceção e desenvolvimento de recursos educativos abertos, nomeadamente vídeos; (d) "Flipped classroom" (sala de aula/aprendizagem invertida; inversão da aprendizagem): conceção, aspetos metodológicos; 1:1 . escola – casa – escola; (e) Avaliação das aprendizagens apoiada por tecnologias digitais; (f) Aprendizagem cooperativa/colaborativa; (g) Personalização do ensino e da aprendizagem; (h) Criação de ambientes físicos de aprendizagem.
A esta formação acresce uma outra, que será dada nas instalações da Euroepean Schoolnet, em Bruxelas, e, mais especificamente, no seu Laboratório da Sala de Aula do Futuro (fcl.eun.org). Todos os professores terão acesso,

faseado, a ela.

O desenvolvimento profissional e o apoio continuado passam (1) pela constituição de uma comunidade de prática, que será "alimentada" por formadores e professores que sirvam de "inspiração" a quem integra o projeto; (2) por um elemento da equipa de coordenação do projeto, que faz coaching quotidiano desses mesmos professores e (3) por breves sessões de apresentação de projetos, iniciativas, experiências que motivem e "mostrem caminhos".

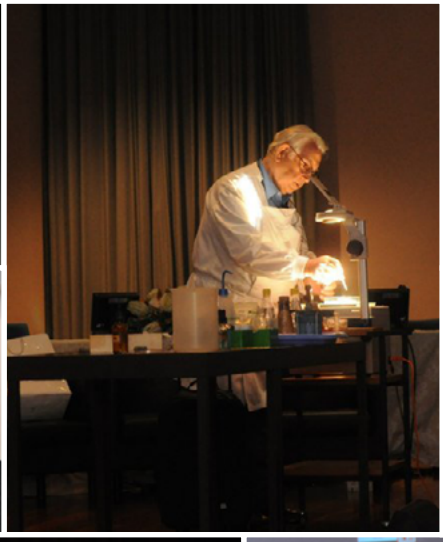
As sinergias apontadas acima são estabelecidas, em primeiro lugar, com todos os parceiros do projeto, e, ao mesmo tempo, com organismos do Ministério da Educação e Ciência que ora põem em marcha, em Portugal, projetos internacionais que implicam a utilização educativa de tecnologias digitais, que é o caso da Direção-Geral da Educação, ora que têm uma relação estreita com as escolas e que estão a par e monitorizam projetos das escolas, que é o caso da Direção-Geral de Estabelecimentos Escolares, ora gerem as infraestruturas digitais das escolas portuguesas, nomeadamente, a Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência.

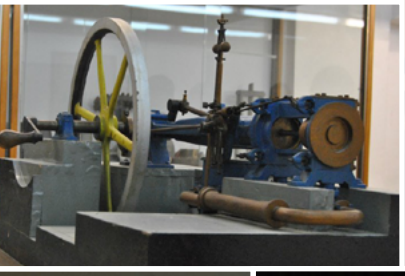
Por outro lado, e dada a centralidade da European Schoolnet (www.eun.org), a entidade que congrega 30 Ministérios da Educação europeus e que com eles trabalha no sentido da obtenção de uma imagem fidedigna do que é a utilização educativa das TIC em cada um dos países e das implicações, para o ensino e a aprendizagem, da aplicação de metodologias inovadoras e aliciantes para professores e alunos, estão com ela criadas conexões estáveis e regulares, que também passam pela formação dos professores do projeto (ver acima).

A coordenação do projeto é feita pelo autor deste curto texto de apresentação, coadjuvado pela Dra. Sílvia Couvaneiro, que é Assistente de Projeto e o elemento que está encarregue do *coaching* dos professores. A coordenação científica é da responsabilidade do Prof. Doutor José Luís Ramos, da Universidade de Évora.

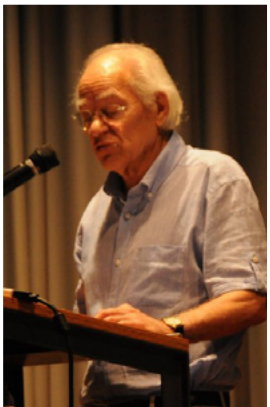
Para saber mais sobre esta iniciativa, poderá enviar uma mensagem de correio eletrónico para tea.gulbenkian@gmail.com.

José Moura Carvalho
Coordenador do projeto TEA,
Tablets no Ensino e na Aprendizagem





II Encontro Internacional
Casa das Ciências



Auditório Magno quase lotado na sessão de abertura do II Encontro Internacional da Casa das Ciências

Para todos os que não puderam estar neste evento, que começa a ser uma referência no panorama do Digital e da Ciência, aqui fica, em jeito de notícia, o relato do que mais significativo se passou.

Os dias 14, 15 e 16 de julho deste ano de 2014, perdurarão na memória dos cerca de 500 participantes que estiveram no II Encontro da Casa das Ciências, como um espaço de encontros e de formação que atravessou o domínio do ensino das ciências, em Portugal e em português.

Quer pelos resultados dos inquéritos realizados no final do Encontro, quer pelo que foi expresso na generalidade das reflexões críticas realizadas pelos 224 participantes que desejaram a creditação do Encontro para formação, foi gratificante, importante e deveras construtivo, ter participado nas atividades desenhadas pela Organização e implementadas por cerca de 5 dezenas de colaboradores, entre comentadores e moderadores das sessões, oradores convidados e responsáveis pelos workshops.

De salientar, desde logo, o acolhimento que teve nos docentes este evento, o que se reflete quer nas inscrições, quer no que depois dele se disse, como atrás se referiu e, o extraordinário apoio que toda a equipa do Instituto Superior de Engenharia do Porto, que constituiu a Comissão Organizadora Local prestou, para que o sucesso da iniciativa fosse garantido. Os espaços, os equipamentos, a logística que envolve 39 atividades diferentes distribuídas apenas por três dias, bem

Momentos durante a receção aos participantes e na Sessão Inaugural.

como toda a estrutura de recepção e acompanhamento a todos os intervenientes, quer nas atividades em si quer nos tempos que mediaram entre elas foi, de facto, muito bem gerido.

De notar ainda a excelente nota de apoio que todas as entidades envolvidas nos momentos mais formais deram ao Encontro, desde a Fundação Calouste Gulbenkian à Câmara Municipal do Porto, passando pela Instituto Politécnico do Porto, pelo ISEP e por todos quantos patrocinaram e promoveram o encontro, bem como os CFAES Maia-Trofa

e Júlio Resende, que foram parceiros formadores nesta iniciativa.
Uma nota ainda para a mostra que se realizou nos espaços comuns utilizados nos intervalos das actividades e que proporcionou uma interessante afirmação de projectos, ideias e até intervenções de carácter empresarial de notável interesse.
Para terminar esta introdução, diga-se que a sessão de abertura, que encheu por completo o Auditório Magno do ISEP, foi presenciada localmente por mais de 500 pessoas, e transmitida em *streaming* pela web para todo o mundo, tendo existido ecos da sua visualização um pouco por toda a parte.
Feita uma apreciação geral do que aconteceu, vejamos um pouco mais em pormenor as actividades desenvolvidas agrupando-as pela sua tipologia e modelo organizativo.

As Lições Plenárias

Quatro foram as sessões plenárias que procuraram trazer à reflexão do conjunto de todos os participantes alguns desenvolvimentos ou consolidação de saberes, em áreas tão diversificadas como a Biologia, a Geologia, ou a Informática ainda que esta numa lógica utilitária e de divulgação da ciência.
Os temas; "As Fronteiras da Biologia" por Alexandre Quintanilha; "Uma viagem cristalográfica: do cristal físico ao cristal matemático" por Frederico Sodré Borges; "Laboratórios Remotos: Espaços Digitais de Diálogo com a Natureza" por Gustavo Alves e " O Curso de Licenciatura em Ciências do Consórcio CEDERJ: o Caso da Química" por Marco Chaer do Nascimento, e o modo como foram abordados, constituíram momentos de elevado valor formativo e de interessante participação do público.
A "novidade" que recheou a intervenção do Professor Alexandre Quintanilha, para além de ser um enorme acervo de informação que interessou decerto a todos os que a ouviram, constituiu também um excelente ponto de partida para as reflexões necessárias entre as questões da ética, presente e futura, que envolve a aplicação dos mais recentes desenvolvimentos da Ciência em torno das questões da Vida.
A viagem que o Professor Frederico Sodré Borges fez com a cristalografia teve o condão de mostrar a todos como é que algo que aparentemente se centra numa área específica do conhecimento, como são os cristais, que surgem na natureza a partir dos diferentes minerais, se estende de uma forma quase universal pela Física, pela Química pela Matemática e por aí adiante, gerando um universo científico transversal que, se for apropriado de forma educacional, nos permite partir para quase tudo quanto a ciência tem para aprender e, por maioria de razão, para ensinar.
Sendo o tema global do Encontro, o Ensino e Divulgação da Ciência no Mundo Digital do Início do Século XXI, era imperioso que o que de mais actual se discute neste processo digital também estivesse presente. E foi o que os "Laboratórios Remotos" do Professor Gustavo Alves trouxeram. Realizar experiências à distância de um "click" num laboratório, a muitos quilómetros de distância, ou do outro lado da rua, é hoje uma realidade e, como ele ensinou, um modo de interagir com a Natureza, mesmo quando não se está imerso nela. Sem dúvida uma nota de grande modernidade e um ponto de partida para novas explorações com os alunos.
Por ultimo, o Professor Marco Chaer do Nascimento explicou de uma forma clara e precisa a relevância das comunicações digitais quando é necessário levar a informação científica a muita gente, geograficamente dispersa, com qualidade e rigor. Para isso, usou o modelo do Ensino da Química no Centro Universitário de Ensino à Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ), levando os participantes numa reflexão sobre o que está efetivamente a mudar no Ensino das Ciências e quais as reais potencialidades do digital para o fazer chegar a toda a gente.

Lições plenárias (do topo para a direita): Prof. Alexandre Quintanilha, Prof. Frederico Sodré Borges, Prof. Gustavo Alves e Prof. Marco Chaer do Nascimento.

Os painéis

Retomando uma tradição dos congressos científicos, entendeu a organização este ano convidar um conjunto de personalidades ligadas à Educação e à Ciência, para publicamente debaterem algumas questões relacionadas com o momento atual do Ensino das Ciências em Portugal e, ao fazê-lo publicamente, criar as condições para que se abrisse um debate construtivo sobre que fazer com as notas dominantes das intervenções dos oradores.
Foram dois os painéis em que se distribuíram todos os convidados. Um deles centrado mais nas questões operacionais da Sala de Aula, já que tinha por tema o

Digital no contexto da evolução dos programas e metas educativas, e que envolveu a presença de docentes que lecionam ciência desde o Primeiro Ciclo ao Superior e desde a Introdução às Ciências, passando pela Física, Química, Matemática, Biologia e Geologia. E para que o conjunto de oradores ficasse mesmo completo, estiveram presentes também Professores ligados à Formação de Docentes.

Os nove convidados (entre intervenientes, moderador e comentador), deram as suas opiniões sobre a relevância da utilização das tecnologias digitais, nas suas mais variadas valências, com argumentos positivos e negativos, com óticas diferenciadas e, sobretudo, com uma abordagem que se centrava na "pessoa" dos alunos e dos conteúdos programáticos, tais como se encontram organizados no nosso sistema de Ensino. O debate que se gerou entre os próprios intervenientes e que depois se alargou a todos os participantes presentes no Auditório, foi uma prova inequívoca do interesse e das preocupações que atravessa toda a classe docente na utilização de tecnologias que, sendo em si mesmo apenas tecnologia, podem ser, ou não, mais-valias no processo de Ensino/Aprendizagem e que de todo, não podem ser negligenciadas uma vez que fazem integrante do mundo em que ao alunos se movem e, como tal, são "parceiros" no modelo de aprender.

O outro painel proposto, possuía uma lógica diferente embora de certo modo com ligações a este, como acontece sempre que se abordam questões educacionais. Foi um painel que tinha como grande desiderato, abordar a problemática dos caminhos evolutivos da ciência e tentar perceber as suas consequências na reformulação e implementação dos programas no Ensino não Superior. Daí o convite a cientistas que pudessem fazer abordagens ao que nas suas áreas se perspetiva na investigação avançada e que, mais cedo ou mais tarde, serão complementares da formação/informação dos docentes do Ensino Básico e Secundário e, quiçá, perspetivar a sua inserção futura, sob a forma de reestruturações programáticas no processo de Ensino/Aprendizagem.

Foram sete, os convidados, incluindo Moderador e Comentador, das mais diversas áreas do saber: Pedro Alexandrino Fernandes (Químico), Carlos Fiolhais (Físico), João Lopes dos Santos (Físico), João Nuno Tavares (Matemático), Eduardo Marques (Químico), José Pissarra (Biólogo) e Luís Vítor Duarte (Geólogo).

A qualidade e quantidade de informação nova que integrou as intervenções iniciais de cada um dos oradores, foi inquestionável e constituiu, sem dúvida, um dos momentos formativos mais relevantes em termos de divulgação de Ciência em todo o encontro. Foram apontados caminhos e perspetivas, trabalhos e ideias e, sobretudo, desenhados vetores do futuro da Ciência que constituíram, para a maioria dos participantes, uma nova leitura do que ensinam nas suas práticas letivas e uma janela para o que poderá vir aí.

O comentário do Professor Carlos Fiolhais foi, como nos habituou, assertivo e cheio de humor, centrando a evolução da Ciência e o seu Ensino na realidade do dia-a-dia e nas relações entre os diferentes agentes do processo educativo. Um momento alto do Encontro no dizer de um grande número de participantes. O debate, quer entre os intervenientes no painel, quer depois alargado a todo o público presente no Auditório Magno, foi extremamente enriquecedor e abriu pistas para uma reflexão muito interessante sobre o que será num futuro não muito distante o ensino das ciências quer na sua forma mas, sobretudo, no seu conteúdo.

As comunicações

Foram oito, distribuídas por dois dias, as sessões de Comunicações Paralelas, que acumularam 38 comunicações orais distintas, mais 11 em formato poster, num total de 49 comunicações, que envolveram mais de 70 intervenientes, entre comunicadores, moderadores e comentadores.

Os dois painéis realizados, que contaram com um total de 16 intervenientes, tiveram uma excelente receção por parte do público.

De assinalar que a aceitação das comunicações foi bastante intensa por parte do público presente no encontro, tendo acontecido uma interessante "troca" constante de pessoas entre sessões para poderem acompanhar as comunicações que considerariam mais importantes ou mais adequadas aos interesses de cada um.

Foi reportando-se a este aspeto que surgiram uma das poucas críticas ao processo organizativo. Muita gente gostaria que as sessões de comunicações fossem mais espraiadas no tempo para que pudessem assistir a mais comunicações, dado o aparente interesse que elas apresentavam. Na realidade, ao serem organizadas como foram, existiam cerca de 19 comunicações em paralelo a ocupar um tempo pré-definido de duas horas, o que corresponde ao conceito de "paralelas", mas que limita a observação, obrigando a escolhas que, nem sempre, serão as que cada participante gostaria de fazer. Independentemente disso, as sessões foram todas elas bastante participadas, com inúmeras questões colocadas aos oradores, pelo que o debate que se generalizou em praticamente todas as sessões pode ser considerado como resultante de comunicações ricas, participadas e, em muitos casos, inovadoras.

A crítica atrás apontada foi, de certo modo, prevenida e mitigada pela organização quando esta desenhou, no final de cada conjunto de sessões, um pequeno painel no final de cada sessão de comunicações, em que cada um dos comentadores tenha feito uma pequena resenha do conteúdo das comunicações que comentou no seu espaço-tempo próprio.

As comunicações em poster, tiveram o seu espaço de mostra ao longo dos três dias do evento e o seu tempo próprio de debate na tarde do último dia, o que aconteceu de forma bastante participada.

O II Encontro Internacional da Casa das Ciências contou com 49 comunicações distintas, 38 em formato oral e 11 em formato *poster*.

Os *workshops*

Ao todo, nos finais de tarde dos dias 14 e 15, realizaram-se 23 *workshops*, em que apenas três deles foram repetidos para poderem abarcar a quantidade de pessoas inscritas para a sua frequência. Tentando descrever o que foram estes componentes do encontro de uma forma que poderíamos considerar "estruturada" em modelos, diria que 5 foram *workshops* com trabalho de campo, que implicaram saídas para o terreno, quer em exploração geológica ou em obtenção de material fotográfico, ou ainda em observação museológica, com preparação de atividades com os alunos a realizar em altura posterior. Destas, de salientar que todas foram precedidas de preparação prévia e que em pelo menos um caso, foram encontradas soluções de segurança e material que proporcionou aos participantes uma realização de tarefa em condições praticamente ideais. Outros cinco, distribuídos pelos dois dias (3 num dia e 2 noutro) foram de cariz formativo e menos participado pela parte do público, embora se revelassem como modelos de participação a prazo e mesmo de observação de métodos, técnicas e modelos experimentais, que poderão ser reproduzidos em contexto de sala de aula. Estão neste caso os workshops do Professor Carlos Corrêa e do Doutor David Marçal, que constituíram espaços-tempos inovadores, de enorme interesse, quer pela operacionalização de modelos experimentais, quer pelo diferente olhar que trouxeram à divulgação e aos métodos inovadores sobre como ensinar Ciência. Todos os outros, sem excepção, foram operacionalizações concretas de soluções digitais orientadas quer para a produção de materiais de sala de aula, quer para a utilização de software de caráter educacional, com manipulação de ferramentas associadas a questões didáticas, quer mesmo de software e hardware educativo (o caso dos sensores, por exemplo) que permitiram aos participantes aprender a produzir soluções educativas no âmbito do processo de ensino/aprendizagem.

Experiências na sala de aula, do Professor Carlos Corrêa

Cartografia aplicada em áreas urbanas, de Hélder Chaminé

Como legendar vídeos em português, de Diana Barbosa

Recurso Museológico - o museu do ISEP, de Patrícia Costa

Construa animações interativas, de Nuno Machado

Modelos digitais de terreno como RED, de Hélder Pereira

A divulgação da Ciência numa perspetiva diferente, de David Marçal

A fotografia como recurso partilhável, de P. Santos e R. Silva

A observação do Céu e os momentos de pausa

Como complemento de toda esta atividade, foi proporcionado de forma facultativa aos participantes que o desejassem, uma observação astronómica através de um telescópio colocado no telhado de um dos edifícios do ISEP, durante boa parte da noite de 15 de Julho. Foi responsável por esta iniciativa o professor Paulo Sanches, do Agrupamento de Escolas de Moimenta da Beira, que preparou uma apresentação em vídeo para ser vista pelos participantes antes da observação propriamente dita. Como nota ainda, o facto de em todos os espaços do ISEP onde decorreu o encontro estar coberto por uma rede wireless de excelente fiabilidade, permitindo que os tempos entre as actividades fosse usado quer em atividades extra, ou em contactos e encontros que foram bastante vezes referidos como muito interessantes e importantes pelos participantes nos seus relatórios. Como decorreu a generalidade dos intervalos no mesmo espaço onde se realizou a mostra e onde se encontrava a apresentação de posters, foi muitas vezes usado esse tempo como uma forma de observar e contactar com estas valências por parte dos participantes.

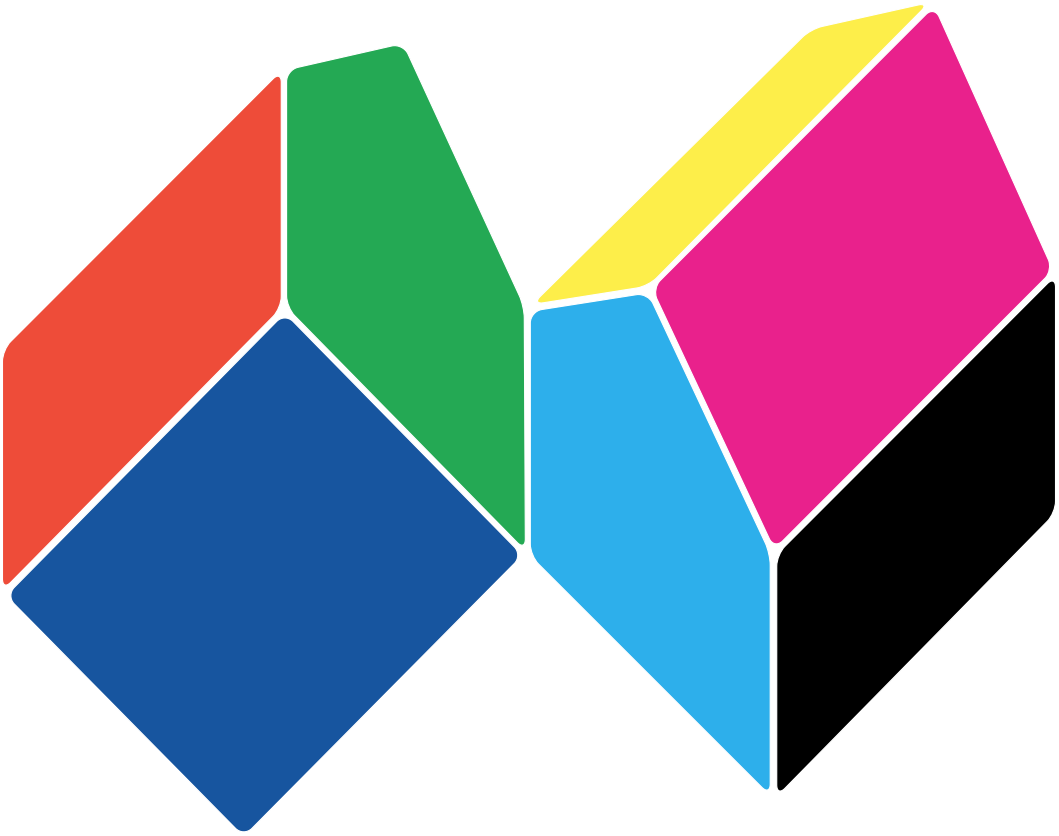
Alguns momentos de pausa e convívio durante as atividades.

O fecho

O encerramento dos trabalhos decorreu com uma excelente participação do público no final da tarde do dia 16. As intervenções quer do Secretário de Estado do Ensino Superior, Professor José Ferreira Gomes, quer do Professor Marçal Grilo, Administrador da Fundação Calouste Gulbenkian, quer da Coordenadora do Projecto Professora Maria João Ramos, foram apreciadas pelo público presente como referentes em relação a este encontro e ao projeto da Casa das Ciências como um serviço prestado à comunidade educativa.

Manuel Luís Silva Pinto
Presidente da Comissão Organizadora do
II Encontro Internacional da Casa das Ciências

Cerimónia de encerramento do
II Encontro Internacional da Casa das Ciências



Casa das Ciências

Portal Gulbenkian para professores

FUNDAÇÃO
CALOUSTE GULBENKIAN